

Hélène MANIVIT

NANNOFOSSILES CALCAIRES

DU

CRETACE FRANCAIS (Aptien - Maestrichtien)

Essai de Biozonation appuyée sur les STRATOTYPES

1971



E R R A T A

- Page 2, ligne 8, lire G. LUCAS au lieu de G. Lucas.
- Page 3, ligne 11, lire j'ai eu au lieu de j'ai ei.
- Une regrettable erreur d'impression obligera le lecteur à lire la page 9 avant le sommaire (P. 7-8).
- Page 10, ligne 19, lire références bibliographiques au lieu de référence.
- Page 13, ligne 15, lire M. MOULLADE au lieu de M. Moullade.
- Page 25, ligne 26, lire BIGNOT et LEZAUD au lieu de Bignot et Lezaud.
- Page 31, 10ème ligne du 1er paragraphe, lire liées à la répartition au lieu de linées.
- Page 99, ligne 14, lire vue au microscope au lieu de en.
- Page 117, dernière ligne, lire où elles réapparaissent au lieu de ou elles.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551520_0014

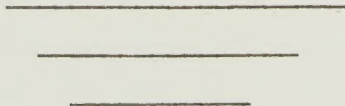
Hélène M A N I V I T

Chargée de recherche au C. N. R. S.

L E S N A N N O F O S S I L E S C A L C A I R E S

D U C R E T A C E F R A N C A I S (A P T I E N - M A E S T R I C H T I E N)

ESSAI DE BIOZONATION APPUYEE SUR LES STRATOTYPES



A mon mari ...

AVANT PROPOS

Au terme de ce travail entrepris au laboratoire de Micropaléontologie de l'Université de Paris, c'est pour moi une grande tristesse de ne pouvoir remercier le Professeur Jean CUVILLIER qui m'avait honorée de sa confiance en m'acceptant dans son laboratoire et en me proposant le sujet de cette étude. Jusqu'à sa dernière maladie, il a suivi avec intérêt, l'avancement de mes travaux et m'a toujours très aimablement prodigué conseils et avis. Je ne saurais oublier son extrême gentillesse. Il n'a pu, malheureusement voir ce travail achevé. Je souhaite que ce mémoire réponde à ce qu'il espérait.

Au début de 1969, Monsieur le Professeur J. ROGER, Directeur du laboratoire de Paléontologie d'Orsay m'a accueillie dans son laboratoire. Il a su encourager mes recherches et susciter des idées nouvelles. Je lui exprime ma respectueuse et sincère gratitude pour les conseils qu'il ne m'a pas ménagés et la bienveillance qu'il a eu à mon égard.

Monsieur J. BUTTERLIN, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Saint-Cloud et Professeur de Micropaléontologie à la Faculté d'Orsay a bien voulu, malgré ses lourdes charges, diriger mon travail, après la disparition de son maître, Jean CUVILLIER. Ses directives et suggestions m'ont été d'un grand secours pour l'élaboration de cette étude : qu'il veuille bien trouver ici, l'expression de ma profonde reconnaissance.

Monsieur W.W. HAY, Professeur à l'Institut des Sciences marines et atmosphériques de l'Université de Miami, a accepté la charge de rapporteur de cette thèse. Je ressens tout l'honneur qu'il me fait et lui adresse mes plus vifs remerciements. Je lui suis redevable de remarques avisées qui me permirent de sortir de mon isolement et de profiter de sa grande connaissance des nannofossiles. Aussi bien par correspondance, que lors de son séjour à Paris, il a toujours su accompagner ses conseils d'une grande cordialité.

Monsieur le Professeur P. RAT, du département des Sciences de la Terre de l'Université de Dijon, a bien voulu faire partie de mon jury de thèse. Je l'en remercie très sincèrement. L'intérêt qu'il a porté à mon étude et les conseils judicieux qu'il m'a prodigués au cours de la rédaction de ce mémoire

m'ont été très utiles et ont permis de mettre au point la partie paléoécologique et paléogéographique.

A Monsieur le Professeur G. DEFLANDRE, de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes du Muséum, s'adressent mes remerciements respectueux, pour l'accueil bienveillant qu'il m'a réservé à mon arrivée à Paris en 1962. Il m'a ouvert son laboratoire et fait bénéficier de sa longue expérience des nannofossiles calcaires.

Monsieur le Professeur G. Lucas, Directeur du Laboratoire de Géologie Historique de l'Université de Paris, mon ancien professeur à Alger, parain au C.N.R.S. pendant plusieurs années, s'est toujours intéressé à mon travail et m'a encouragée dans mes recherches. Je tiens à lui exprimer mes sincères remerciements.

Que Madame M. NEUMANN veuille bien accepter l'expression de ma reconnaissance pour m'avoir initiée à l'enseignement de la micropaléontologie tant au laboratoire que sur le terrain.

J'ai contracté une dette de reconnaissance envers l'équipe du laboratoire de Palynologie de la Société E.L.F., et à ce titre, je voudrais assurer de mes remerciements Monsieur HOUSSE, Directeur des laboratoires de la Société E.L.F., qui m'a si aimablement laissée bénéficier du microscope électronique à balayage de la société. C'est pour moi un agréable devoir que d'évoquer les amicales et fructueuses discussions que j'ai eues à Chambourcy puis à Boussens avec Monsieur JARDINE et surtout avec Madame AMEZIEUX et mon amie Elisabeth SALES. Pour leur aide scientifique et matérielle qui m'a été très précieuse, je les remercie bien sincèrement.

Je tiens à assurer de mon amicale reconnaissance Monsieur J. CHAROLLAIS dont la collaboration me fut agréable et qui à chacun de mes passages à Genève m'a toujours fort bien reçu.

Au département des Sciences de la Terre de l'Université de Lyon, j'ai trouvé un accueil cordial, et je remercie particulièrement Monsieur le Professeur L. DAVID, Mademoiselle G. FOURY, Messieurs R. BUSNARDO, N. MONGEREAU, B. PORTHAULT et P. BERNIER.

Je ne saurais oublier l'accueil agréable qui m'a été réservé dès mon arrivée à l'Institut des Sciences d'Orsay par le Professeur BRUNN, ni l'assistance de Mademoiselle J. SAUVAGE, de Messieurs F. ARBEY, J.P. CUIF, J.F. RAYNAUD, A. DENIS. A tous j'exprime mes vifs remerciements. Mes remerciements amicaux vont aussi à J.P. KELLER, pour son aide au cours de l'élaboration matérielle de ce travail.

J'associerai également à ces remerciements, mes collègues du laboratoire de Micropaléontologie de Paris, pour l'ambiance sympathique créée autour de moi durant plusieurs années. Madame R. DAMOTTE qui m'a conseillée et procuré des échantillons crétacés du Bassin de Paris. Monsieur L. LEZAUD, Maître Assistant, avec lequel j'ai eu de nombreuses et amicales discussions sur les nannofossiles. Messieurs A. POIGNANT et D. BOULANGER, dont la connaissance des problèmes de la Géologie de l'Aquitaine m'a été très utile. Que tous ceux que je n'ai pas cités soient assurés de ma sincère reconnaissance.

Je désire associer à la présentation de ce travail, mon mari, pour l'aide constante qu'il m'a apportée, tant sur le terrain, que dans la réalisation de ce mémoire. Sans son soutien, et la patience dont a fait preuve ma famille au cours de ces années de recherche, cette étude n'aurait jamais pu être réalisée.

AVERTISSEMENT

Pour des raisons d'ordre matériel, l'impression en Offset de ce mémoire a été retardée. Depuis la rédaction du manuscrit, achevée en Juillet 1970, certains travaux sur les coccolithes ayant été publiés, j'ai cru utile d'apporter quelques corrections pour éviter des synonymies et aussi tenir compte des discussions et résolutions adoptées à la "Table ronde des Nannofossiles" au cours de la II^e Conférence Planctonique (Rome, Septembre 1970). Cette publication a fait l'objet d'une thèse de Doctorat d'Etat soutenue à la Faculté des Sciences d'Orsay, le 15 Octobre 1970, devant un jury composé de MM. J. ROGER, président W.W. HAY, rapporteur J. BUTTERLIN et P. RAT, examinateurs.

INTRODUCTION

Dans ce travail, l'objectif poursuivi était à la fois d'ordre systématique et biostratigraphique. Il s'agissait d'abord de faire le recensement des Nannofossiles des formations du Crétacé français depuis l'Albien jusqu'au Maestrichtien (pour une meilleure compréhension des associations reconnues, des gisements de l'Aptien et du Danien ont été examinés). Les localités-types ont servi de support de référence à un essai de biozonation des Nannofossiles crétacés.

Les différentes régions qui entrent dans le cadre de ce travail (Bassin d'Aquitaine, Bassin de Paris, fosse vocontienne), ne constituent pas un ensemble géographique bien défini ; en effet, ce quadrillage du Crétacé français provient de la dispersion des affleurements : d'abord, les localités-types, puis les parastratotypes, ou gisements bien datés par macrofaune et microfaune et dont le faciès était favorable à l'étude de la nannoflore.

De l'examen de 500 échantillons, se sont dégagés certains marqueurs et des associations caractéristiques capables de définir des zones biostratigraphiques comparables à celles de l'Europe et de l'Amérique.

L'étude analytique de la nannoflore a été réalisée en microscopie photonique et complétée par l'observation en microscopie électronique à balayage, en vue d'une meilleure délimitation de certains taxons ayant servi de base à la définition des biozones.

L'éventail des gisements a permis l'inventaire qualitatif et semi-quantitatif des nannofossiles dans des régions qui ne sont pas toujours sous un faciès privilégié, le faciès vaseux, et a ainsi évité que les subdivisions distinguées ne possèdent une valeur liée aux conditions locales de paléosédimentation du stratotype. 130 espèces décrites et figurées fournissent une image de la nannoflore qui peuplait les mers au Crétacé.

La connaissance des coccolithes, organites isolés et de si petite taille étant très délicate, et longue, il n'a pas été possible de combiner ces recherches axées sur la biostratigraphie et la systématique, à une étude détaillée concernant l'écologie et la sédimentologie des faciès considérés. Cependant, un essai de reconstitution paléoécologique et paléogéographique est tenté et quelques hypothèses relatives au milieu de sédimentation sont données.

Dans la présente étude, seule la comparaison qualitative des caractères morphologiques a été utilisée pour la détermination des espèces, mais il serait utile de savoir si la distinction que l'on établit au Crétacé entre certaines espèces de Nannoconus et de Coccolithes est toujours justifiée ou si l'on se trouve en présence de variants extrêmes entrant dans le cadre de la variabilité spécifique normale.

Définition des Nannofossiles étudiés.

Je rappellerai que l'on désigne sous le nom de "Nannofossiles calcaires", les microfossiles calcaires dont la taille généralement inférieure au vingtième de millimètre (50 μ) peut atteindre le micron (DEFLANDRE, 1969, p. 127).

Dans cette étude, les nannofossiles observés se rapportent aux Coccolithes, Nannoconus et Pithonelles.

- Les Coccolithes sont les éléments dissociés d'une cellule appelée "coccosphère" que l'on retrouve rarement intacte dans les sédiments.

- Les Nannoconus et Pithonelles, rapprochés hypothétiquement des Coccolithophoridés ont une position systématique et biologique encore obscure. Ces microorganismes pélagiques sont associés aux coccolithes dans les craies du Crétacé supérieur du Bassin parisien.

HISTORIQUE

Les premiers travaux réalisés sur les Nannofossiles dans les divers continents ont débuté il y a une quinzaine d'années, et pratiquement on peut distinguer trois périodes dans le développement de ces recherches : la majorité d'entre elles traitent du Crétacé supérieur et assez peu sont d'ordre biostratigraphique.

C'est en 1955 que la première tentative de biozonation a été réalisée à Cuba par BRONNIMANN, à l'aide des Nannoconus ; elle fut suivie en 1960 au Mexique par TREJO où il distingua six zones de Nannoconus.

- De 1957 à 1963, plusieurs études ayant pour but le recensement des Coccolithes provenant de localités isolées d'Europe septentrionale, jettent les bases de la taxinomie. Ce sont, en France, G. DEFLANDRE (1959, 1960, 1963) et Cl. CARATINI (1963), puis en Pologne, GORKA H. (1957 et 1963) enfin en Allemagne E. MARTINI (1961) et en Autriche, H. STRADNER (1960 à 1963) qui, après plusieurs études sérieuses, publia un essai de zonation et définit certaines associations caractéristiques.

- De 1964 à 1968, chaque année, de nouveaux travaux viennent augmenter le nombre des espèces de Coccolithes et confirment l'idée d'utiliser les nannofossiles en stratigraphie.

En 1964, l'étude de M.N. BRAMLETTE et E. MARTINI met en évidence le brutal changement qui se produit dans la répartition des coccolithes au cours du Maestrichtien et du Danien, sur tous les continents.

En 1965, P. M. BOUCHE, donne l'extension des coccolithes du Crétacé inférieur de la fosse vocontienne, et H. MANIVIT celle de localités-types et gisements d'Aquitaine méridionale de l'Albo-Aptien.

En 1966, P. REINHARDT, propose des associations pour chaque étage du Crétacé d'Allemagne et donne le premier, des électromicrographies. L.E. STOVER, la même année, fait l'inventaire des formes albiennes à maestrichtiennes de localités françaises et hollandaises.

En 1967, ce sont les études de E. SALES sur les coccolithes du Crétacé d'Afrique et de S.A. LYULEVA pour le Turonien du bassin du Dnieper (URSS). Enfin, après une longue étude en Aquitaine méridionale et occidentale, L. LEZAUD, confirme les données de BRAMLETTE et MARTINI.

SOMMAIRE

INTRODUCTION ET HISTORIQUE.

Chapitre I - CADRE STRATIGRAPHIQUE.

Localisation. Caractères et position stratigraphique des gisements.

Chapitre II - TECHNIQUES ET METHODES.

Chapitre III - ZONATION BIOSTRATIGRAPHIQUE.

Les différentes zones proposées et leurs corrélations avec d'autres pays.

Chapitre IV - PALEOECOLOGIE ET PALEO GEOGRAPHIE.

Rappels d'écologie et de biologie des Coccolithophoridées.

Essai d'interprétation paléoécologique et paléogéographique.

Chapitre V - PALEONTOLOGIE SYSTEMATIQUE.

Classification - Liste raisonnée des espèces.

CONCLUSIONS.

INDEX DES GENRES ET DES ESPECES DECRITES ET FIGUREES.

INDEX DES LOCALITES ECHANTILLONNEES (Tableau 10).

TABLE DES MATIERES

LA BIBLIOGRAPHIE est décomposée en chapitres et placée à la fin de chacun d'eux.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES ET TABLEAUX DANS LE TEXTE.

FIGURES 1 à 4 - Cartes de situation des principaux gisements étudiés.

5 - Diagramme de variation du nombre des espèces en fonction des étages.

7 - Corrélation des biozones de Nannofossiles crétacés entre la France et l'Amérique.

8 - Essai de corrélation des échelles zonales (macrofaune, foraminifères et Nannofossiles) avec les étages classiques.

TABLEAUX ET PLANCHES HORS TEXTE.

- TABLEAUX 6 - Biozones et extension par ordre d'apparition des Nannofossiles au Crétacé (en pochette).
- 9 - Index de répartition des Nannofossiles calcaires du Crétacé français.
- 11 à 15- Tableaux descriptifs des gisements étudiés, par étage, de l'Aptien au Danien.

PLANCHES.

32 planches photographiques : Clichés en microscopie photonique et électromicrographies.

- Dès 1968, l'utilisation de la microscopie électronique se fait plus courante et on voit se dessiner une tendance biostratigraphique.

K. PERCH-NIELSEN (1968 et 1969), établit une distribution zonale des coccolithes maestrichtiens et daniens de localités-types du Danemark et une excellente illustration des espèces reconnues en microscopie photonique et électronique. En Amérique, S. GARTNER réalise un travail analogue pour quelques échantillons du Crétacé supérieur du Texas.

S. FORCHEIMER en Suède et H. MANIVIT en France fournissent la répartition stratigraphique de nannofossiles turoniens et sénoniens.

En 1969, l'école américaine prouve la possibilité d'utiliser les nannofossiles pour la zonation des sédiments crétacés et propose des biozones.

D. BUKRY, pour le Crétacé supérieur du Texas et d'Europe reconnaît quatre zones.

P. ČEPEK et W.W. HAY, sur la base de plusieurs coupes du Texas et de l'Alabama identifient douze biozones, du Cénomaniens au Maestrichtien supérieur.

C H A P I T R E I

CADRE STRATIGRAPHIQUE DE L'ETUDE

Le Crétacé français moyen et supérieur renfermant sept sur huit des localités-types des étages utilisés internationalement, dont plusieurs se trouvent d'ailleurs en Aquitaine, j'ai tenté d'étalonner les nannofossiles calcaires dans ces localités.

Cependant, comme le faisait remarquer J. CUVILLIER en 1959, "de nombreuses localités-types ont été choisies autrefois sur la base de critères différents de ceux qui servent à établir la stratigraphie actuelle et ils sont représentés par des faciès de bordure ou néritique qui ont souvent découragé les recherches de microfaunes tant par la rareté que par la conservation".

I - LOCALISATION DES REGIONS ETUDIEES.

Pour pallier les difficultés dues au caractère néritique de certains stratotypes, j'ai complété leur analyse par l'étude de localités du Bassin de Paris (région de Rouen, falaises dieppoises, Sénonien de l'Yonne ou de Champagne).

Je ne donnerai pas de description stratigraphique détaillée des niveaux étudiés dans les diverses régions, puisque les localités-types⁽¹⁾ ou autres gisements sont connus, bien décrits et accompagnés de listes de macrofaune et de microfaune dans les colloques de Crétacé et ouvrages de base, cités en référence bibliographiques.

(1) Je tiens à remercier les chercheurs du laboratoire de micropaléontologie de l'Université de Paris, qui m'ont obligeamment fourni certains échantillons des localités-types sur lesquels ils réalisèrent l'étude micropaléontologique : J.P. BELLIER pour les craies argileuses du Turonien de Touraine, Melle N. GOHARIAN pour le Campanien type de la région d'Aubeterre, A. CHEMIRANI et A. ARIAI qui m'ont procuré certains échantillons des falaises des environs de Dieppe et Mme EBRAHIMZADEH, ceux du Sénonien de Champagne.

Les limites des étages utilisés dans ce travail, sont celles qui correspondent aux résolutions adoptées par les colloques du Crétacé supérieur et inférieur (Dijon, 1959 et Lyon, 1963).

Des tableaux descriptifs des gisements étudiés (tableaux 11-15, hors texte), indiquent par étage le numéro de gisement, la carte topographique au 1/50.000^e, les coordonnées Lambert et les noms des principales formations.

Des cartes situent les affleurements avec pour fond topographique celui du millionième de la France (dernière édition).

Pour le Bassin d'Aquitaine, je présenterai un aperçu de la situation géologique des terrains étudiés.

Ce bassin a fourni dans le Nord, les types de plusieurs étages du Crétacé⁽¹⁾ et offre au Sud, un Crétacé supérieur privilégié pour l'observation des nannofossiles. J'ai surtout prospecté la partie méridionale et occidentale de ce bassin. Ses bordures, dans les falaises de la Gironde, les Charentes, et l'Ile Madame, m'ont servi de terme de comparaison, ainsi que les marnes du Crétacé supérieur de Haute Garonne.

a) En Aquitaine méridionale et occidentale, il existe une opposition très nette entre deux domaines, distincts par leurs faciès et leur faune. La discontinuité et la qualité médiocre des affleurements rendent les études de terrain délicates et ne permettent que rarement de faire une étude stratigraphique le long d'une même coupe : il en résulte souvent des difficultés de corrélations.

- Au Nord, dans le département des Landes, les faciès à tendance néritique sont représentés par des dépôts de mer peu profonde : c'est la plateforme épicontinentale, zone relativement stable ; les affleurements, répartis

(1) Une révision et description détaillée des gisements du Sénonien d'Aquitaine septentrionale vient d'être parfaitement réalisée dans l'étude stratigraphique et paléogéographique présentée par Mme SERONIE-VIVIEN, en Juin 1970. Je n'ai malheureusement pu utiliser que tardivement ce travail.

suivant des rides anticlinales sont pauvres en coccolithes ; j'ai prélevé des sédiments dans les rides de Tercis, Angoumé, Audignon, Roquefort, Créon.

- Au sud, (la limite septentrionale correspond approximativement au Gave de Pau), c'est le sillon du flysch nord-pyrénéen, allongé entre la zone épicontinentale et la chaîne des Pyrénées.

Les terrains du pays flysch, longtemps cartographiés comme du Crétacé supérieur indifférentié, offrent cependant de nombreux affleurements dans le talus des routes, les carrières abandonnées ou les lits des ruisseaux : les coccolithes ont permis de dater assez finement cette série, parallèlement à la zonation de Foraminifères.

Cette formation monotone, de grande puissance, déposée dans une région instable, comprend un matériel terrigène avec une certaine teneur en calcaire et, si la macrofaune reste pauvre du fait des conditions de vie et des difficultés de conservation, la microfaune est pélagique et accompagnée souvent d'une riche nannoflore.

b) Sur les bordures du Bassin d'Aquitaine, les falaises de la Gironde dans les environs de Royans, Meschers et Talmont, offrent une série de calcaires crayeux à Orbitoides et Echinides, assez riche en faune pélagique.

c) Par contre, dans les Charentes, à l'Ile Madame ou dans les environs de Cognac, Saintes, Aubeterre, le faciès conserve, depuis le Cénomanien, un caractère néritique semblable à celui des Landes. C'est une zone côtière peu favorable à la prolifération des coccolithes.

d) Enfin, en Haute Garonne, le Crétacé supérieur est représenté par un faciès marneux, où la nannoflore campanienne et maestrichtienne est à rapprocher de celle de la zone du flysch.

II - CARACTERES ET POSITION STRATIGRAPHIQUE DU MATERIEL UTILISE.

Pour chaque étage, un paragraphe présente les références stratigraphiques, des remarques afférentes aux faciès des affleurements, ainsi que la fréquence relative et l'état de conservation de la nannoflore rencontrée.

A la fin de l'ouvrage, un index des localités échantillonnées permet de situer géographiquement et stratigraphiquement les échantillons étudiés.

A - APTIEN (cf. ~~tableaux~~ 12-15).

1) Stratotype.

a) Aptien inférieur : Bédoulien.

Les calcaires marneux bleutés dits de la Bédoule (formation 3), ont fait l'objet en 1963, d'une étude détaillée par S. TAXY, M. MOULLADE et G. THOMEL. Ils affleurent à la gare de Cassis et renferment des coccolithes assez bien conservés.

Plus au Nord, au voisinage de la fosse vocontienne, les formations de faciès vaseux de la colline d'Angles et de la carrière située au Sud-Est de Gargas, sont représentées par des marnes noirâtres n'ayant subi que de très faibles accidents tectoniques. Elles offrent une nannoflore bédoulienne bien conservée, différente de celle du Néocomien.

b) Aptien supérieur : Gargasien.

La partie médiane de la colline de Gargas est occupée par une puissante assise de marnes gris bleu (formation 4), étudiée par M. Moullade, en 1963. Elle renferme une belle nannoflore, identique à celle des marnes bleues s'étageant dans la coupe d'Angles, le long du ravin situé à l'Ouest de la cote 981.

On retrouve la même association à Vergons, dans des marnes sur le chemin immédiatement à l'Ouest de la chapelle Saint-Ferréol.

2) Aquitaine.

a) Aptien inférieur.

L'Aptien inférieur est représenté par un ensemble de marnes noirâtres, sableuses, pyriteuses parfois, plus ou moins glauconieuses. C'est la formation des "marnes de Sainte-Suzanne" contenant Parahoplites deshayesi, Ostrea aquila et une microfaune à Daxia. Le pourcentage de CO₃ Ca peut varier de 40 à 95%. L'épaisseur de ces marnes oscille entre 30 et 300 mètres selon les localités. Les affleurements sont visibles aux environs du village de Sainte-Suzanne.

Les sondages que la S.N.P.A. a bien voulu me confier ont livré une nannoflore inégale⁽¹⁾, caractéristique du Bédoulien dont la distribution semble influencée par la nature du faciès.

(1) Je tiens à remercier, ici, la direction de la S.N.P.A. et Mr. R. DELOFFRE, qui m'ont autorisée à échantillonner des carottes de l'Aptien et l'Albien, provenant de sondages effectués en Aquitaine méridionale.

b) Aptien supérieur.

Dans ce sous-étage caractérisé par un faciès de calcaires graveleux à Orbitolina, ou par des marnes gréseuses, les dépôts sont beaucoup trop détritiques pour que l'on puisse noter la présence de coccolithes.

B - ALBIEN (cf tableaux 12 et 15).

1) Les régions types du Bassin de Paris.

J'ai échantillonné les trois régions citées par d'ORBIGNY pour définir l'Albien et redécrites par P. et J.P. DESTOMBES (1963), c'est-à-dire : l'Aube, la Haute Marne, et la coupe de Wissant dans le Pas-de-Calais.

a) Albien inférieur.

Prélevé dans l'exploitation d'argile téguline noire à Villemoyenne (Aube), il est un peu moins riche en coccolithes que les argiles bleues des Côtes de Moëslains (Haute Marne) très fossilifères.

b) Albien moyen.

Les argiles grises du Gault à Hoplites, affleurent à Wissant à la base des falaises crétacées et se distinguent sur l'estran après la marée ; elles livrent des coccolithes bien conservés qui caractérisent la zone à Corollithion rhombicum. L'association de cette zone a été retrouvée dans les argiles tégulines du "terrier" de Courcelles (Aube) et dans la Haute Marne à Moëslains.

c) Albien supérieur.

Les argiles gris-noirâtre de la carrière de Vallentigny (Aube) et les argiles gris-bleu à Diploceras cristatum de la coupe de Wissant, renferment des nannofossiles qui constituent la zone à Staurolithites matalosus.

d) Vraconien.

La formation des marnes de Brienne prélevée le long du chemin qui monte au cimetière de Saint-Florentin, montre des marnes situées entre le Céno-manien et l'Albien supérieur à Mortonicerias inflatum et contenant de nombreux nannofossiles pouvant être comparés à ceux du "Tourtia" céno-manien de Wissant ou à ceux des "Upper greensand" de Folkestone (Angleterre).

2) Aquitaine.

a) Albien inférieur.

Aux abords du village de Loubieng, j'ai noté dans certains échantillons, des coccolithes de l'Albien inférieur, identiques à ceux de Villemoyenne (Aube).

b) Albien moyen.

Il est caractérisé par les marnes à spicules bien développées le long de la bordure septentrionale de la zone du flysch, c'est le faciès typique de l'Albien d'Aquitaine. Il apparaît sur la rive de Tercis et en Chalosse, à Audignon. Les coccolithes assez nombreux et bien conservés présentent la même association qu'à Courcelles ou dans les Côtes de Moëslains (Haute Marne).

c) Albien Supérieur.

Dans le pays flysch, la sédimentation détritique est très peu fossilifère.

C - CENOMANIEN (cf tableaux 12 et 14).

1) Stratotypes et autres régions de Bassin de Paris.

Dans la région du Mans, où le stratotype avait été choisi par d'ORBIGNY, les formes pélagiques font défaut dans les formations détritiques (grès ou sables à Acanthoceras rothomagensis).

Dans l'ensemble du Bassin parisien, le Cénomanien n'est pas riche en Céphalopodes, mais suffisamment en coccolithes. La coupe de Wissant présente, à la suite des argiles supérieures du Gault, un Cénomanien marneux à Ammonites et coccolithes dont les associations peuvent être comparées d'une part à celles du bassin voisin anglais et d'autre part à celles du Sud-Est de la France.

Le Cénomanien crayeux des environs de Rouen et de l'Yonne, renferme aussi des Ammonites et une riche nannoflore.

2) Aquitaine.

Dans les environs de Salies-de Béarn ou de l'anticlinal de Saint-Palais, au-dessus de l'Albien, vient une puissante série rythmique de faciès flysch. Ces marnes gréseuses, renferment assez peu de coccolithes.

Dans le pays épicontinental, à Roquefort-des-Landes, Audignon ou à l'Ile Madame, le niveau marneux à Exogyra colomba, fournit des nannofossiles identiques à ceux du pays flysch, mais plus fréquents ; ils caractérisent la zone à Stauroolithites orbiculofenestrus et une partie de la zone à Gatnerago obliquus. Des études micropaléontologiques avaient déjà montré que les Foraminifères de ces deux régions étaient analogues.

3) Sud-Est de la France.

Les séries marno-calcaires à Acanthoceras rothomagense (situées à la limite du Var et des Alpes Maritimes, aux Lattes ou à la Foux), montrent un passage continu du Cénomanién au Turonién et offrent une sédimentation vaseuse continue, riche en microfaune et nannoflore pélagique.

Les termes inférieurs du Cénomanién sont complétés par les coupes des Mujouls et du Pont-Sec (Alpes Maritimes). Ces séries ont été très bien étudiées par B. PORTHAULT et G. THOMEL (1967).

D - *TURONIEN* (cf tableaux 12 et 14).

1) Stratotype et autres affleurements du Bassin de Paris.

Les limites de l'étage ont été fort discutées : j'ai suivi la subdivision adoptée par G. LECOINTRE (1947) pour les gisements de Touraine. La craie argileuse du Turonién inférieur de Frétevou (près de Chatillon-sur-Cher), présente une nannoflore abondante. Au sommet du Turonién, en Touraine, le faciès devient de plus en plus détritique et les coccolithes rares : c'est pourquoi, j'ai dû étudier les craies du Bassin parisien, d'une part dans l'Yonne à Joigny, Saint-Julien-du-Sault, Armeau, et, d'autre part, la craie de Rouen et celle des falaises de la région dieppoise.

Les nannofossiles, abondants dans ces gisements crayeux sont caractéristiques du Turonién : les formes ont assez souvent subi une recristallisation qui gêne l'observation.

2) Aquitaine.

C'est surtout le faciès flysch très bien décrit par DELOFFRE (1966) pour tout le Crétacé supérieur, qui a fourni les meilleurs échantillons marneux.

Les régions d'Oloron-Sainte-Marie, de Nay et d'Asson renferment une nannoflore dont la répartition des espèces semble analogue à celle de Touraine et de l'Yonne. On peut donc supposer qu'il existait à cette époque, une communication entre le Bassin de Paris et l'Aquitaine.

Les Pithonelles et les Nannoconus sont beaucoup moins fréquents en Aquitaine que dans les craies de l'Yonne.

E - *CONIACIEN* (cf tableaux 12 et 13).

1) Stratotype.

J'ai observé la base du Coniacien dans la carrière de la Ribochère à

Villedieu, mais les nannofossiles recueillis ne se différencient pas de ceux du Turonien supérieur.

A Cognac et ses environs, les calcaires détritiques demeurent peu favorables à la prolifération de formes pélagiques.

2) Aquitaine méridionale.

Comme pour le Turonien, les gisements ayant livré des coccolithes, sont ceux du flysch d'Oloron-Sainte-Marie, des environs de Gan et de Nay. Le caractère néritique du faciès de cet étage se traduit par une nannoflore pauvre qui ne permet aucune subdivision au sein de l'étage.

3) Bassin de Paris.

Les craies de Rosoy ou de Verlin dans l'Yonne, et celles des falaises crayeuses des environs de Dieppe (Mers-les-Bains, Bois-de-Cise) révèlent l'apparition de quelques formes qui identifient globalement le Coniacien moyen et supérieur.

F - *SANTONIEN* (cf tableaux 12 et 13).

1) Stratotype.

Les calcaires argilo-gréseux de la région de Saintes correspondent à un régime trop néritique pour héberger une microfaune pélagique, cependant, certains coccolithes reconnus mais mal conservés, semblent analogues à ceux du Bassin parisien.

2) Aquitaine méridionale.

Toujours dans le flysch, les mêmes coupes que celles du Coniacien, ont permis l'observation d'une association de coccolithes, assez pauvre en individus.

3) Bassin de Paris.

Les coccolithes des gisements crayeux de l'Yonne à Paron, du Pas-de-Calais au Cap Blanc-nez et ceux des falaises dieppoises, ont fourni les éléments d'une biozone caractéristique du Santonien, sans pouvoir cependant le subdiviser comme il a été possible de le faire en Amérique.

G - *CAMPANIEN* (cf tableaux 11 et 13).

1) Stratotype.

J'ai examiné le Campanien type de COQUAND dans la région d'Aubeterre ;

les calcaires crayeux moins fossilifères que les couches d'Aquitaine méridionale, présentent des nannofossiles parfois mal conservés.

Par contre, les falaises de la Gironde, en particulier les marnes crayeuses de Talmont (plage du Cailleau), sont favorables à une nannoflore campanienne.

2) Aquitaine.

Le flysch d'Aquitaine offre de très beaux affleurements dans la région de Nay, Bellocq et Sauveterre ; les marnes des carrières ou le lit des ruisseaux abritent de riches microfaunes et nannoflores.

La zone épicontinentale à Audignon et Roquefort-des-Landes, de faciès plus néritique, renferme cependant certains coccolithes.

3) Bassin de Paris.

J'ai échantillonné le Campanien des environs de Sens (Yonne), guidée par les récentes études micropaléontologiques de R. DAMOTTE et K. TEHERANI. Cet étage est représenté par la craie blanche à silex, de Sens, Pont-sur-Yonne, Bois-d'Esmans. Ces craies constituées de nombreux coccolithes bien conservés, en renferment jusqu'à plusieurs millions par centimètres cube. Les nannofossiles permettent de différencier les deux zones établies par la macrofaune.

Enfin, les craies de Meudon (Hauts-de-Seine) et d'Obourg (Belgique), qui marquent le sommet de l'étage, sont aussi très riches en coccolithes.

H - MAESTRICHTIEN (*cf tableaux 11 et 13*).

1) Stratotype.

J'ai pu reconnaître les coccolithes du Maestrichtien inférieur dans la craie de Spiennes, qui affleure largement à la crayère d'Harmignies (Belgique).

Les niveaux Mb et Md de la carrière E.N.C.I. à Saint-Pietersberg près de Maestricht (Hollande), définis par DUMONT, m'ont livré une association de coccolithes identique à celle observée en Aquitaine ; il est donc possible à ce niveau d'établir des corrélations entre les domaines nordique et mésogéen.

2) Aquitaine.

De très beaux affleurements de marnes ou de calcaires marneux maestrichtiens visibles dans toute la zone du flysch, dans la vallée de l'Adour et dans

les grandes carrières de Tercis et d'Angoumé, contiennent une microfaune très abondante et une nannoflore riche et bien conservée, sans doute la plus complète que l'on connaisse en France.

En Haute-Garonne, les nannofossiles observés, dans les marnes ou calcaires marneux des environs de Gensac et d'Auzas, ont permis de reconnaître le Campanien supérieur et le Maestrichtien supérieur.

Enfin, aux alentours de Royan, la coupe de la plage des Nonnes à Meschers, montre des calcaires crayeux à Orbitoides et Echinides, entrecoupés de niveaux à Ostrea vesicularis dont certains contiennent des coccolithes maestrichtiens.

I - *DANIEN* (cf tableaux 11).

Je n'ai étudié que les gisements attribués au Danien en Aquitaine méridionale. Ils se présentent souvent à l'état de calcaires marneux parfois indurés.

La nannoflore révèle à ce niveau un phénomène très particulier, puisqu'on assiste à la disparition de la majorité des espèces maestrichtiennes au profit d'un nombre très restreint de formes qui ont une courte longévité au Tertiaire.

Les nannofossiles calcaires semblent être en accord avec la théorie selon laquelle le Maestrichtien termine bien la série crétacée, et le Danien inaugure un cycle nouveau.

CONCLUSION

Les caractères des affleurements établis dans ce chapitre, pour chaque étage, mettent en évidence combien la répartition des Nannofossiles est inégale et varie suivant la lithologie et le faciès considéré.

Les bancs marneux, les intercalations marneuses dans les calcaires, ou les calcaires marneux qui présentent une certaine continuité et une relative homogénéité du faciès vaseux, de haute mer, sont les sédiments les plus aptes à renfermer une belle nannoflore.

Les sédiments littoraux, détritiques ou ceux du pourtour des bassins, sont beaucoup plus pauvres en organismes pélagiques et donc en nannofossiles.

Il faut donc accorder une importance au choix du faciès pour l'étude biostratigraphique des Nannofossiles calcaires ; cette limitation dans le choix du sédiment paraît restreindre un peu leur champ d'application, mais elle est compensée par leur caractère pélagique et cosmopolite et par leur forte abondance dans les faciès appropriés.

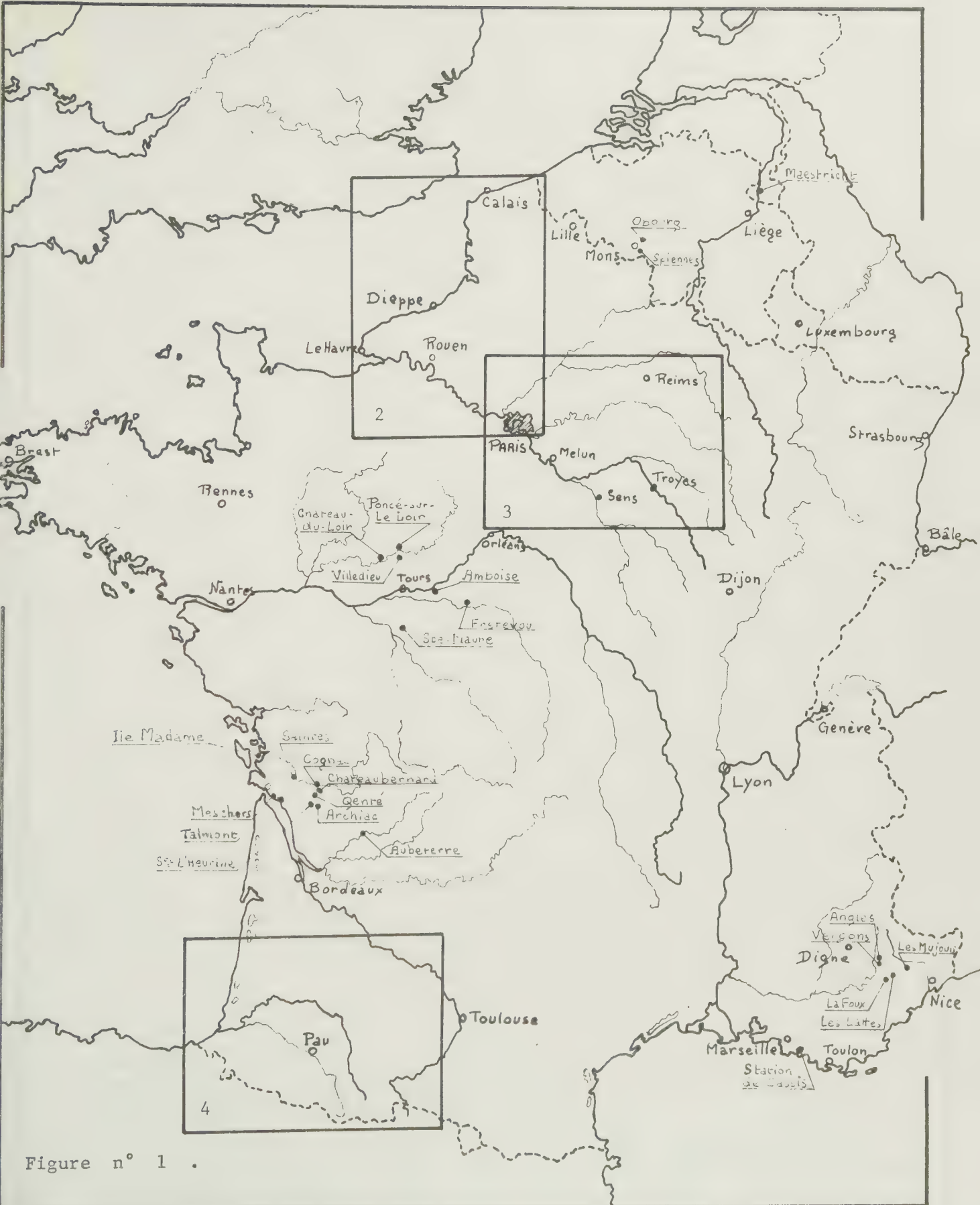
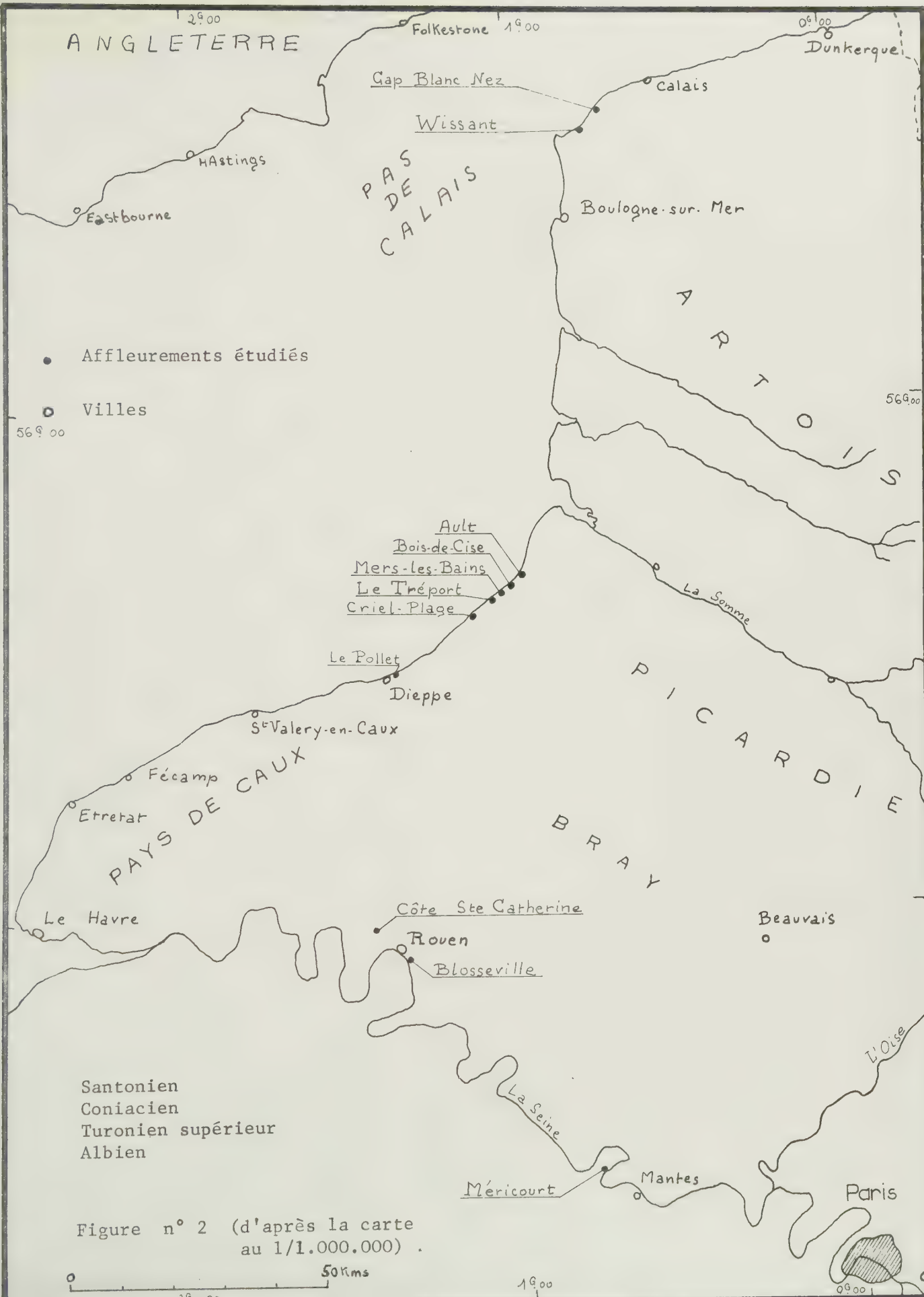
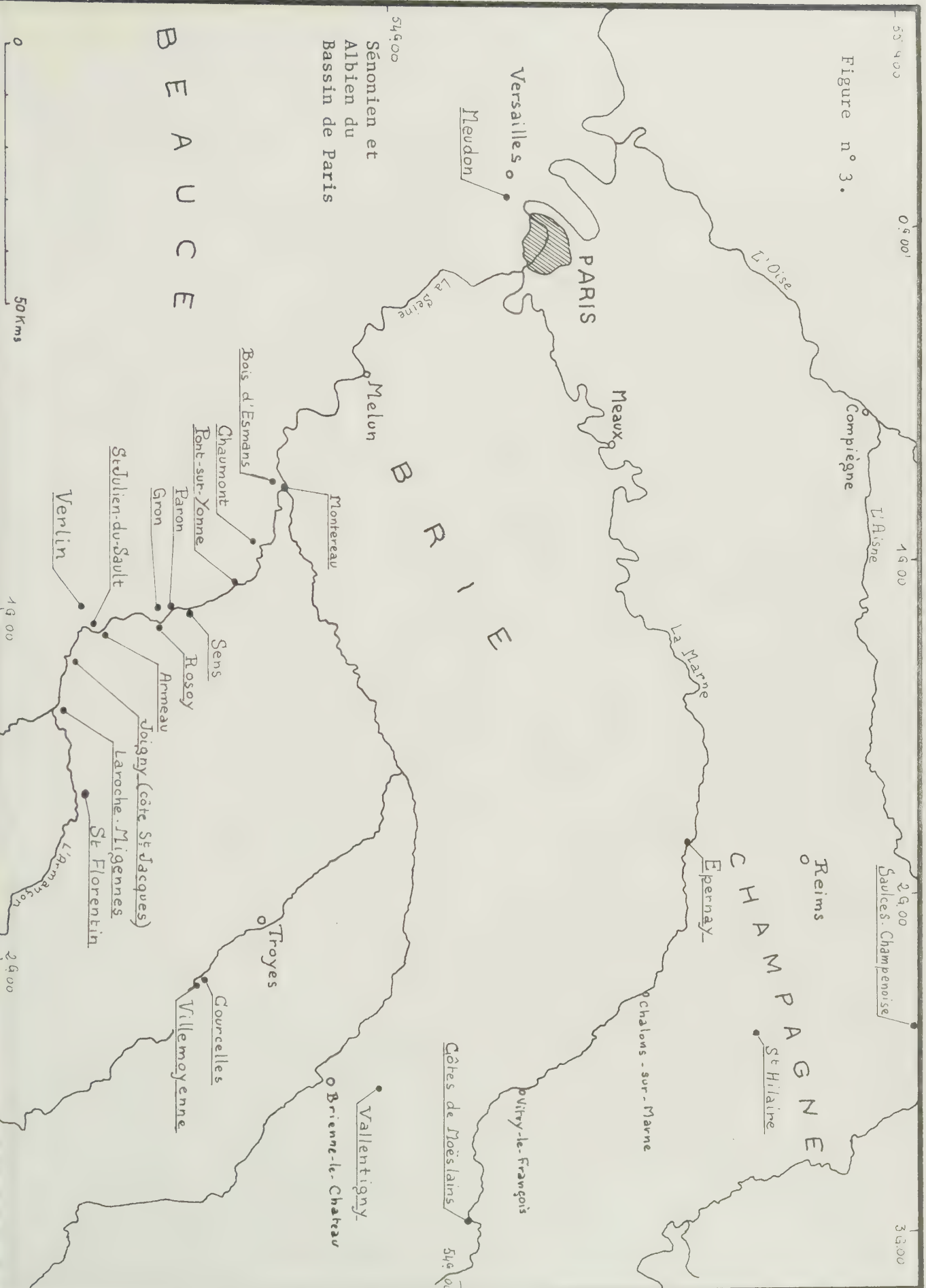


Figure n° 1 .



53° 40'0 0° 00' 1 15 00 2 45 00 3 30 00

Figure n° 3.



0 50 kms

BIBLIOGRAPHIE

- ABRARD R., 1950 - Géologie régionale du Bassin de Paris : Payot éd. Paris, 397 p.
- ARLAT A.A., 1965 - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du littoral entre Dieppe et le Tréport (Seine Maritime) : Thèse de 3ème Cycle Paris, 137 p., 22 pl. (inédit).
- ARNAUD H., 1877 - Mémoire sur le terrain crétacé du Sud-Ouest de la France : Mém. S.G.F., 2ème Série, t.X, 4.
- BELLIER J.P., 1968 - Etude micropaléontologique du Turonien du Sud-Ouest du Bassin de Paris : Thèse 3ème Cycle, Paris, 195 p., 22 pl. (inédit).
- CHEMIRANI A., 1968 - Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé supérieur-Eocène du littoral picard compris entre le Tréport et Saint-Valéry-sur-Somme : Thèse 3ème Cycle, Paris, 421 p., 27 pl. (inédit).
- Colloque sur le Crétacé supérieur français, 1959. Compte rendu du Congrès des Soc. Sav. : Dijon Gauthier-Villars, éd., 913 p.
- Colloque sur le Crétacé inférieur, (Lyon, Septembre 1963), 1965 : Mém. B.R.G.M., n°34, 840 p.
- COQUAND H., 1858 - Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente : Besançon, 2 vol.
- CUVILLIER J., 1944 - Anticlinal de Tercis-Angoumé : Rapp. Géol. n°37, S.N.P.A.
- CUVILLIER J., J. DUPOUY-CAMET, & V. SACAL, 1951 - L'anticlinal de Roquefort-des-Landes et les pointements crétacés de Créon-Saint-Julien : Bull. S.G.F. (6) 1, p.553-584.
- CUVILLIER J., J. FOURMENTRAUX, & al., 1962 - Etat actuel des connaissances géologiques sur le Bassin d'Aquitaine au Sud de l'Adour : Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot, Mém. S.G.F. hors série, t.I, p. 367-382.
- DAGUIN F., 1948 - L'Aquitaine occidentale : Paris, Hermann éd., coll. Actualités Scientifiques et Industrielles.
- DAMOTTE R., 1969 - Contribution à l'étude des Ostracodes marins dans le Crétacé du Bassin de Paris : Thèse, Paris, 296 p. (à paraître dans les Mém. de la S.G.F.).
- DELOFFRE R., 1966 - Etude géologique du flysch crétacé supérieur entre les vallées de l'Ouzom et du Gave de Mauléon (Basses Pyrénées) : Thèse, Paris, 264 p., 28 pl., 69 text-fig, 1 carte, 10 coupes.

- DELOFFRE R., & A. POIGNANT, 1963 - Contribution à l'étude du passage Crétacé inférieur-Crétacé supérieur en Aquitaine occidentale et méridionale : Rev. Micropaléont., v.5, n°4, p.226-231.
- DUPEUPLE P.A., 1966 - Le Maestrichtien terminal surmontant le flysch crétacé supérieur, en Aquitaine occidentale : C.R. somm. S.G.F., Fasc. 4, p.155.
- EBRAHIMZADEH E., 1968 - Etude stratigraphique et micropaléontologique du Sénonien de Reims et d'Epernay (Marne) : Thèse 3ème Cycle, Paris, 128 p., 15 pl. (inédit).
- GOHARIAN N., 1970 - Etude micropaléontologique du stratotype d'Aubeterre (Campanien type, de Coquand). Comparaison avec le niveau des falaises de la Gironde : Thèse 3ème Cycle, Paris (inédit).
- JANNIN F., 1965 - Contribution à l'étude du stratotype de l'Albien ; variation des microfaunes dans la partie inférieure des argiles téguilines : Rev. Micropal. v.8, n°2, p.106-117.
- JANNIN F., 1967 - Les "Valvulineria" de l'Albien de l'Aube : Rev. Micropaléont., v. 10, n°3, p.153-178, 4 pl.
- LAPPARENT A.F., 1964 - Région de Paris, Excursions géologiques et voyages pédagogiques : Hermann, éd., Paris, 195 p.
- LECOINTRE G., 1947 - La Touraine : Actualités Scientifiques et Industrielles, n°1027, Hermann ed., Paris, 250 p.
- MARLIERE R., 1969 - Compte rendu des journées de l'Association des Géologues du Bassin de Paris à Mons (14-17 mai 1969) : Bull. Inf. A.G.B.P., n°21.
- MALAPRIS-BIZOUARD M., 1967. Les Lingulogavelinelles de l'Albien inférieur et moyen de l'Aube : Rev. Micropaléont. v. 10, n°2, p. 128-150, 2pl.
- MEGNIEN Cl., 1964 - Observations hydrogéologiques sur le Sud-Est du Bassin de Paris. Les circulations aquifères dans le Jurassique et le Crétacé de l'Yonne : Mém. B.R.G.M., n°25, 287 p., 77 text-fig.
- MEIJER M., 1965 - The stratigraphical distribution of Echinoids in the Chalk and Tuffaceous chalk in the neighbourhood of Maestricht (Netherlands) : Med. Geol. St.(N.S.), 17, p. 21-25.
- POIGNANT A., 1962 - Le Crétacé inférieur de Tercis : Bull. S. G.F., n°269, t. LIX.
- POIGNANT A., 1965 - Révision du Crétacé inférieur en Aquitaine occidentale et méridionale : Thèse, Paris, 317 p., 26 pl., 127 text-fig.

- PORTHAULT B., G. THOMEL, & O. de VILLOUTREYS, 1967 - Etude biostratigraphique du Cénomanién du bassin supérieur de l'Estéron (Alpes Maritimes). Le problème de la limite Cénomanién-Turonien dans le Sud-Est de la France : Bull. S.G.F. (7), n°8, p. 423-439, 2 pl., 2 tabl..
- RAT P., 1959 - Aquitaine et Pyrénées au Crétacé supérieur : Colloque sur le Crétacé supérieur, 84ème Congr. Soc. Sav., DIJON, rap. III, p. 814-838.
- ROMEIN B. J., 1962 - On the type locality of the Maastrichtian (Dumont, 1849), the upper boundary of that stage and on the transgression of a Maastrichtian s.l. in Southern Limburg : Meded. Geol. St. (N.S.) n°15, p. 77-84, 5 text-fig..
- SAINT MARC P., 1965 - Le Cénomanién et le Turonien des Landes : Thèse 3ème Cycle, Paris (inédit).
- SERONIE VIVIEN M., 1970 - Le Sénonien en Aquitaine septentrionale, ses stratotypes (Coniacien, Santonien, Campanien). (Thèse d'Etat à paraître).
- SEUNES J., 1890 - Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Eocène inférieur de la région sous-pyrénéenne : Ann. Mines Paris, (8), t. 18.
- SORNAY J., 1957 - Lexique stratigraphique international : v.I, fasc. 4a VI, France, Belgique, Luxembourg, Crétacé, 403 p..
- SZOTS E., 1969 - Un contact intéressant entre le Maastrichtien et le Danien dans les Petites Pyrénées : Proceedings of the first International Conference on Planktonic microfossils, p. 672-674, 1 pl..
- TEHERANI K., 1968 - Etude stratigraphique et micropaléontologique du Sénonien de Sens (Yonne) : Thèse, 3ème Cycle, 252 p., 30 pl. (inédit).

C H A P I T R E II

TECHNIQUES ET METHODES

Dans ce chapitre, sont exposées, les étapes successives des techniques de préparation des échantillons, nécessaires pour dégager les nannofossiles des constituants de la roche, et, pour obtenir des concentrations suffisantes en coccolithes, en vue de leur étude en microscopie photonique et en microscopie électronique à balayage.

I - METHODE D'ECHANTILLONNAGE.

Je me suis efforcée, le plus souvent, d'échantillonner tous les sédiments, aussi bien les marnes et calcaires marneux, les craies, que les calcaires assez indurés ; c'est le seul moyen de pouvoir contrôler quelques variations écologiques et déceler les fossiles de faciès ou les passages latéraux d'un banc à un autre. J'ai aussi préféré échantillonner en plusieurs points dans une même carrière et parfois sur plusieurs verticales.

Pour l'analyse qualitative et quantitative, j'ai choisi de représenter en tableau, un échantillon moyen, plus valable, qui semble refléter mieux la lithologie.

1) Choix du faciès.

Certains faciès sont plus favorables que d'autres à la prolifération des nannofossiles. Les meilleures conditions pour rencontrer des Coccolithes sont réalisées dans une roche carbonatée, friable, à grain fin et surtout non recristallisée. Ces qualités se retrouvent donc dans les marnes, les craies, les calcaires marneux. Cependant, les argiles, les sables argileux, peuvent renfermer des nannofossiles. Les sédiments détritiques gréseux, dolomitiques, et les dépôts continentaux sont généralement azoïques.

2) Choix de la "maille".

La méthode d'échantillonnage comporte des limites à bien préciser. En effet, le choix de la "maille" est important et je pense que dans une formation marine de lithologie uniforme, il faudrait effectuer des prélèvements très rapprochés, parfaitement positionnés sur une coupe dessinée. Cet échantillonnage

doit être pratiqué sur plusieurs verticales parallèles et au moins tous les 10 cm pour un sédiment homogène (intervalle nécessaire pour déceler des variations dans une étude sédimentologique pour ce type de sédiment).

Par contre, pour un sédiment stratifié complexe, la limite de la maille peut passer à 50 cm. De plus, ce n'est que lorsque les prélèvements sont très rapprochés que l'on peut conclure à l'absence ou à la présence réelle de la nannoflore, ainsi qu'au pourcentage relatif de chaque espèce. Une méthodologie des prélèvements est à tester, elle permettrait peut-être d'enregistrer des variations saisonnières, ou climatiques.

II - TECHNIQUES DE PREPARATION DES ECHANTILLONS.

1) Désagrégation des sédiments.

Une même quantité de sédiment a été prélevée au centre de l'échantillon à étudier, afin d'éviter des contaminations accidentelles. Ce fragment de roche broyé, rapé s'il est nécessaire, est délayé ensuite dans de l'eau distillée. Un tamisage de la boue obtenue est effectué sur un tamis de 40 μ afin d'éliminer les particules de taille supérieure.

2) Dégagement des nannofossiles ou élutriation.

Les méthodes de traitement des échantillons ne sont pas originales, mais adaptées de celles préconisées par d'autres auteurs ; bien que les très nombreux examens en microscopie photonique m'aient entraînée à perfectionner les techniques de dégagement des coccolithes, je ne rentrerai pas ici dans les détails de toutes ces méthodes.

La suspension restante contenant les nannofossiles a été parfois soumise à un brassage réalisé par le passage d'un courant de bulles d'air durant deux à trois heures, ce qui permet de nettoyer les microorganismes sans les briser (cf Bignot et Lezard, 1964).

Les ultrasons employés à haute fréquence (22 Kc) ou 40 Kc pendant 8 à 10 minutes ont souvent été utilisés pour dégager les nannofossiles de leur gangue.

En vue de l'observation des nannofossiles au microscope à balayage, une solution d'eau oxygénée à 1% a permis de réaliser de meilleures préparations.

Les coccolithes sont ainsi seulement débarrassés de la matière organique, décapés en surface et dégagés des particules encroûtantes minéralisées.

Pour les sédiments argileux, j'ai parfois utilisé quelques gouttes d'héxamétaphosphate en solution décimale, qui procure une suspension homogène avec des coccolithes bien dégagés de leur pellicule d'argile colloïdale.

3) Concentration en coccolithes.

Lorsque l'échantillon n'était pas très riche en coccolithes, j'ai procédé à une concentration des nannofossiles par sédimentation ou centrifugations successives.

Critique de la méthode.

Par centrifugation, la suspension obtenue est homogène et suffisamment riche en individus pour permettre des montages, mais certains coccolithes ont été éliminés dans les différentes fractions séparées : c'est une des raisons pour lesquelles j'ai assez rarement pratiqué cette méthode.

Les différentes méthodes, plus ou moins rapides, révèlent nettement que la concentration en coccolithes est fonction du traitement que subit le sédiment. Donc, une analyse quantitative ne peut être valable que si l'on traite toujours la même quantité de sédiment, qui ensuite, sera tamisée et traitée dans les mêmes conditions.

4) Montage des échantillons.

Après avoir élué les échantillons, je disposais d'un résidu avec lequel j'ai effectué plusieurs sortes de montages.

a) En milieu permanent.

Une certaine quantité de résidu d'élué a servi à la confection d'un frottis sur une lame biologique. Ce frottis séché, est immobilisé dans le baume de Canada, entre lame et lamelle et durci ensuite par la cuisson du baume. Il est nécessaire pour le frottis de prélever la même quantité de résidu au moyen d'une micropipette puisque le frottis décide de la concentration et de la richesse du sédiment en nannofossiles.

b) En milieu temporaire.

Afin d'observer les coccolithes sur toutes leurs faces, j'ai remplacé

le baume par un milieu fluide (chlorure de calcium, huile de lin) qui a l'avantage de rendre les nannofossiles mobiles.

Cependant, ce procédé d'observation, long et délicat, s'il ne permet pas la conservation éventuelle de types, est un complément nécessaire à l'observation en milieu fixe dans le baume, puisqu'il précise le profil et les deux faces du coccolithe.

c) En microscopie électronique.

Une microgoutte de résidu parfaitement nettoyé est étalée sur une lamelle collée sur le porte objet du Stereoscan, et lutée à l'argent pour avoir une bonne masse à la métallisation. Après l'obtention d'un vide de l'ordre de 10^{-5} millimètre de Hg, on vaporise à la surface de la préparation, une mince couche d'or-palladium qui rend la préparation conductrice et facilite la rétrodiffusion des électrons secondaires émis par la préparation.

III - TECHNIQUES D'OBSERVATION DES PREPARATIONS ET D'ETUDE DES ORGANISMES.

1) En microscopie photonique.

a) Analyse qualitative.

Les résultats d'observation varient suivant que l'on examine une fraction plus ou moins fine de sédiment désagréé dans l'eau. J'ai remédié à cet inconvénient en utilisant trois fractions successives de montage : une grossière, une moyenne et une fine. Ces montages ont été examinés à l'immersion, au grossissement $\times 1000$.

Il est prudent de refaire de nouvelles observations échelonnées dans le temps et d'observer plusieurs préparations. J'ai photographié les formes observées au moyen, tout d'abord d'un photomicroscope Leitz, puis d'un photomicroscope Zeiss, permettant des grossissements de 2000 fois.

b) Analyse semi-quantitative.

Les pourcentages semblent difficiles à évaluer avec précision, car ils sont fonction des variables imposées par les méthodes de préparation. Seule, une estimation approchée des quantités relatives est possible.

L'évaluation des fréquences relatives a été matérialisée pour chaque forme pointée, par un signe correspondant à une des quatre classes déterminées

conventionnellement :

rare : de 1 à 5 individus reconnus
présent : 6 à 15 individus
commun : 16 à 25 individus
abondant : au dessus de 25 individus.

Des observations répétées sur différentes lames d'un même échantillon ont donné des pourcentages assez voisins, étant donné la valeur approximative de la définition de ces classes.

Pour les divers échantillons de chaque étage, l'inventaire qualitatif et semi-quantitatif des coccolithes a été reporté dans des tableaux. Ces derniers, considérés comme des "documents de laboratoire" n'ont pu être incorporés à ce texte imprimé.

C'est à partir de ces huit tableaux que j'ai pu définir des biozones synthétiques calées sur des coupes de référence (cf tableau 6 en pochette).

2) En microscopie électronique.

Bien que j'aie toujours examiné au microscope électronique à balayage, des préparations déjà analysées en microscopie photonique, je n'ai pas toujours retrouvé les espèces précédemment reconnues, car en microscopie électronique, le hasard dirige souvent le choix des espèces. Par contre, j'ai trouvé certaines espèces que la microscopie photonique n'avait pas révélées.

Grâce aux mouvements de rotation qui peuvent être imprimés au porte objet, on peut observer les coccolithes sous des angles différents. Cependant pour cette étude, où j'étais limitée par le nombre de séances de microscopie électronique, j'ai rarement pu photographier les coccolithes sous divers angles. L'identification des électromicrographies et leur correspondance en microscopie photonique, présente des difficultés qu'il est indispensable en premier lieu, de résoudre. Certaines espèces dont la transposition du microscope photonique au microscope électronique est délicate, peuvent être identifiées plus facilement, si leur concentration est élevée dans la préparation. Dans le cas contraire, une espèce rare, vue en microscopie photonique et qui présente parfois un intérêt stratigraphique, aura peu de chances d'être retrouvée et donc d'être identifiée en microscopie électronique à balayage.

Avantage du microscope électronique. Le microscope électronique à balayage, en offrant une profondeur de champ nettement supérieure à celle du microscope photonique et même à celui du microscope électronique à transmission, donne aussi une meilleure vue dans l'espace des éléments constitutifs de la roche, la restitution du relief étant excellente. Cet appareil nous renseigne donc sur la fréquence relative des nannofossiles dans le sédiment et permet aussi de trouver plus facilement des coccosphères entières qui, parfois, sont dissociées par les méthodes classiques de lavage, de nettoyage des coccolithes.

CONCLUSIONS.

Toutes ces techniques d'étude ont prouvé à quel point la fréquence des coccolithes est liée à la méthode de prélèvement et de nettoyage des échantillons, mais aussi au degré de précision de l'observation, rendue par les divers microscopes.

On ne peut donc jamais être certain, dans l'état actuel de la technique, d'une échelle biostratigraphique définitive, pour les nannofossiles. Des essais répétés, portant sur des échantillonnages différents et des techniques de préparation et d'observation appropriées, sont nécessaires pour accroître nos connaissances en biostratigraphie.

BIBLIOGRAPHIE

- BERSIER A., 1939 - Discoastéridés et Coccolithophoridés des marnes oligocènes vaudoises : Bull. Lab. Géol. Géogr. Phys. Minér. Paléont. Univers. Lausanne, v. 65, p.1-20, 42 fig.
- BIGNOT G., & L. LEZAUD, 1964 - Contribution à l'étude des Pithonella de la craie parisienne : Rev. Micropaléontologie, v.7, p.138-152.
- BRAMLETTE M.N. & E. MARTINI, 1964 - The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian : Micropaleontology, v.10, n°3, p.291-322, 7 pl.
- BRAMLETTE M.N. & F.R. SULLIVAN, 1961 - Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California : Micropaleontology, v. 7, n°2, p.128-188, 14 pl.
- ČEPEK P. & B. MATTIAT, 1968 - Ein beitrage sur methodik der Aufbereitung von coccolithinen für feinmorphologische Untersuchungen : Geol. Jb. v. 85, p. 393-406, 1 pl., 9 fig., 3 tabl.
- EDWARDS A.R., 1963 - A preparation technique for calcareous nannoplankton : Micropaleontology, v. 9, n°1, p.103-104, 2 fig.
- HAY W. W., in B. KUMMEL & D. RAUP, 1965 - Handbook of Paleontological Techniques : p. 3-7, San Francisco & London (Freemans).
- HAY W. W., & K.M. TOWE, 1962 - Electronmicroscopic Examination of some Coccoliths from Donzacq (France) : Eclog. Géol. Helv., v. 55, p.497-519, 2 fig., 10 tabl.
- HONJO S., N. MINOURA & H. OKADA, 1967 - Study of nannofossils by the scanning electron microscope : J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4, v. 13, p. 427-431, pl. 51-52, 2 text-fig.
- JEFFORDS R. M. & D.H. JONES, 1959 - Preparation of slides for spores and other microfossils : J. Paleont., v. 33, n°2, p. 344-347, 1 text-fig.
- KAMPTNER E., 1952 - Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten), Übersicht der Methoden und Ergebnisse. I and II : Mikroskopie, v. 7, n°7-8, p. 232-244 ; n°11 - 12, p. 375-386.
- MANIVIT H., 1965 - Nannofossiles calcaires de l'Albo-Aptien : Rev. Micropaléont., v. 8, p. 189-201, 2 pl.

- NOEL D., 1965 - Sur les Coccolithes du Jurassique européen et d'Afrique du Nord. Essai de classification des coccolithes fossiles : Thèse (CNRS) Paris, 212 p. 29 pl. doubles.
- NOEL D., 1969 b - Quelques coccolithes du Crétacé supérieur du Bassin de Paris : Proceedings of the first international Conference on Planktonic Conference microfossils, Geneva, 1967, p. 475-485, 3 pl., 6 text-fig.
- STRADNER H. & D. ADAMIKER, 1966 - Nannofossilien aus Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bearbeitung : Erdoel Erdgas Zeitschr., v. 82, p. 330-341, pl. 1-3, 16 text-fig.
- STRADNER H. & A. PAPP, 1961 - Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung : Jb. Geol. Bundesanst., Sonderb., v. 7, p.5-159, pl. 1-42.

C H A P I T R E III

ZONATION BIOSTRATIGRAPHIQUE

I - GENERALITES ET DEFINITIONS.

1) Sur la conception de la zone biostratigraphique.

Avant de définir les biozones de nannofossiles crétacés, je rappellerai brièvement quelques notions concernant la biostratigraphie.

Le terme de "biostratigraphie" semble avoir été introduit en 1909 par DOLLO, mais c'est surtout en 1957 que la commission américaine de nomenclature a cherché à en préciser le sens ; puis, des termes ont été établis en Europe et adoptés par la Commission Internationale de Stratigraphie, réunie à Copenhague en 1960.

La biostratigraphie a pour but d'établir une succession d'unités biostratigraphiques, appelées "biozones" considérées comme des unités concrètes, linéées à la répartition horizontale et verticale des espèces sur laquelle elles sont basées.

On distingue plusieurs types de biozones, suivant la définition qu'en donnent les auteurs.

a) Zones basées sur une association d'organismes : Cénozone = Assemblage zone = Faunizone.

b) Zones basées sur un seul taxon : Acrozone = Range zone = Concurrent range zone et Consecutive range zone.

En fait, on peut regrouper ces biozones en admettant qu'il existe deux conceptions de zone biostratigraphique, suivant l'usage qu'en font les stratigraphes et les paléontologistes.

- La zone chronostratigraphique, subdivision de l'étage, et correspondant à un espace plus ou moins bien délimité de temps géologique.

- La zone biostratigraphique, dont l'extension verticale est limitée par celle des espèces ou associations d'espèces caractéristiques.

La première conception correspond davantage à la position française, tandis que la seconde, représente la conception anglosaxonne ; elle n'établit pas

de hiérarchie dans les zones.

Sans vouloir entrer dans les discussions existantes sur les rapports entre la chronostratigraphie et la biostratigraphie, j'ai utilisé une biostratigraphie basée sur des intervalles correspondant aux apparitions successives de certaines espèces et la disparition d'autres espèces. A signaler qu'une espèce A disparaît pratiquement à la 1ère apparition d'une espèce B, au début de la biozone suivante.

2) Zonation biostratigraphique des nannofossiles.

a) Au tertiaire.

Les unités biostratigraphiques du Cénozoïque, limitées d'abord à l'Amérique avec le travail de BRAMLETTE et SULLIVAN (1961) et SULLIVAN (1965), ont été étendues à l'Europe avec les travaux de HAY, MOHLER, SCHMIDT, BOUDREAUX en 1967.

Pour le tertiaire supérieur, la zonation proposée par BRAMLETTE et WILCOXON en 1967 et récemment les dernières zones indiquées par HAY et BOUDREAUX (1969) pour le Pliocène et Pléistocène, ont permis l'établissement d'une biostratigraphie très valable, de tout le Tertiaire.

Il est important de noter que les limites des biozones de nannofossiles concordent souvent avec les limites des biozones de Foraminifères planctoniques étudiés parallèlement dans les mêmes coupes.

b) Au Crétacé.

Si l'importance et l'utilisation des nannofossiles en biostratigraphie ont été bien démontrées au Tertiaire, la zonation du Crétacé à l'aide des nannofossiles reste plus délicate.

Cela est dû au fait que les nannofossiles crétacés ont été généralement moins étudiés, et, bien que de nombreuses espèces aient déjà été décrites, aucun schéma de zonation stratigraphique n'avait été proposé pour le Crétacé avant le récent travail de W. W. HAY et P. ČEPEK (1969).

Les causes de cette lacune résident peut-être dans la grande diversité des associations de la nannoflore du Crétacé supérieur, renforcée par la ressemblance de nombreuses espèces. Enfin, le manque de coupes continues et de nannoflore aussi riche et bien conservée qu'au Cénozoïque, expliquent la

difficulté que l'on rencontre à établir des biozones crétacées.

Les premières études stratigraphiques ont conduit leurs auteurs à établir des unités biostratigraphiques dans le sens de "range zone", fondées sur un seul taxon.

Les biozones décrites, étaient des "assemblages zones" pour STRADNER en Allemagne, Autriche, et pour BRAMLETTE et SULLIVAN en Amérique (1961).

Depuis quelques années, les travaux de W. W. HAY et autres (1967) ont établi des "concurrent range zone" basées sur un nombre d'espèces sélectionnées. Les limites des zones sont déterminées par l'apparition ou la disparition d'une ou de plusieurs espèces dans une coupe de référence. Ces mêmes critères, peuvent être utilisés dans une autre région et en l'absence des espèces définies on peut tracer la limite des biozones à l'aide d'autres espèces qui ont des bases et des sommets identiques à ceux du taxon définissant la biozone.

P. ČEPEK et W. W. HAY (1969) ont suggéré le développement d'un nouveau système biostratigraphique dans lequel les corrélations seraient exprimées en terme de probabilité. "La corrélation doit être définie comme la probabilité qu'une association spécifique appartienne à un certain niveau dans une séquence d'évènements. Ces évènements, sont représentés par l'apparition et la disparition d'une espèce".

Cette corrélation dépend de facteurs qui pourront être exprimés en termes numériques. Ce système permettrait l'établissement de zonations très fines, mais ne pourrait être adopté qu'après une bonne connaissance des taxons et l'examen d'un grand nombre d'échantillons.

En attendant l'application de cette biostratigraphie moderne, les principes de zonation conventionnelle doivent être appliqués à toutes les séries étudiées en détail.

3) Biozonation des Nannofossiles du Crétacé français.

Les zones que je propose, correspondent toujours à des intervalles définis par la première apparition d'une ou de plusieurs espèces, jusqu'à la première apparition d'autres espèces. J'ai pu établir dix sept biozones pour une période géologique allant de l'Aptien au Danien inclus (Voir Tableau en pochette).

Dans l'exposé qui suit, j'indiquerai, conformément aux recommandations données à la IIème Conférence Planctonique (Rome 1970), pour chaque biozone :

a) sa définition,

b) la ou les localités de référence avec le faciès où la biozone a été définie (généralement dans les stratotypes et dans les localités du Bassin de Paris sauf au Danien où elles sont choisies en Aquitaine méridionale).

c) les espèces communes à cette biozone : celles qui apparaissent en même temps que le taxon qui détermine la zone et celles qui, se trouvant dans une zone sous-jacente, disparaissent.

d) des remarques pour chaque zone permettent de la replacer dans la série géologique et de la comparer aux zones établies dans le Crétacé d'Europe ou d'Amérique.

Remaniement. La nannoflore peut se trouver parfois à l'état remanié dans les sédiments. En effet, des remaniements dûs à des phénomènes tectoniques peuvent se produire, ainsi que des transports latéraux par les courants entraînant les coccolithes en dehors du lieu de leur dépôt. Les critères utilisables pour distinguer les remaniements sont limités du fait de la faible taille des organismes. Cependant, on a surtout observé des coccolithes remaniés dans les formations tertiaires. Le Crétacé moyen et supérieur ont été peu affectés et les remaniements à cette période ne sont qu'une cause d'erreur très faible.

II - ZONES BIOSTRATIGRAPHIQUES.

1) Zone à Prediscosphaera columnata.

Définition : Intervalle entre l'apparition de Prediscosphaera columnata (STOVER) et l'apparition de Parhabdolithus angustus (STRADNER).

Localités de référence. Marnes gris bleu de la carrière de Gargas (formation 3), n° 122, 306, marnes bleues d'Angles (n° 275, 276), Marnes de Sainte-Suzanne en Aquitaine.

Espèces communes à cette zone. Ce sont les formes héritées du Barrémien telles que : Zygodiscus erectus (DEFLANDRE), Zygodiscus bussoni (NOEL), Glaukolithus diplogrammus (DEFLANDRE), Staurolithites crux

(DEFLANDRE), Parhabdolithus embergeri (NOEL), Cyclolithella inflexa (KAMPTNER), Stephanolithion laffittei NOEL, Lithastrinus septentrionalis STRADNER, Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE, Cyclolithus sp. Cricolithus multiradiatus (KAMPTNER), Nannoconus globulus et Nannoconus wassali BRÖNNIMANN, Nannoconus minutus DEFLANDRE

Espèces apparaissant à cette zone. Micrantholithus sp., Braarudosphaera africana STRADNER, Cretarhabdus romani (GORKA), Prediscosphaera columnata (STOVER), Cricolithus ?pemmatoideus DEFLANDRE, Tetralithus gothicus DEFLANDRE, Chiastozygus litterarius (GORKA).

Remarques. Cette zone représente la base de la colline de Gargas : elle est aussi présente à Angles et en Aquitaine dans les marnes de Sainte-Suzanne et correspond à la base de la "Dauvillieri association" de STRADNER (1963).

Si les assises bédouliennes renferment des espèces apparues au Barrémien, on y rencontre aussi des formes nouvelles qui se poursuivent au Gargasien, et je pense que l'Aptien inférieur possède un caractère propre et différent du Barrémien. Prediscosphaera columnata semble n'apparaître qu'au Bédoulien : je ne l'ai pas rencontré dans la coupe d'Angles, parastratotype du Barrémien.

2) Zone à Parhabdolithus angustus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Parhabdolithus angustus (STRADNER) et l'apparition de Hayesites albiensis n. gen., n. sp.

Localités de référence. Dans la fosse vocontienne, marnes de Gargas (n° 368, 370) et d'Angles (n° 277, 278).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone précédente, plus : Parhabdolithus angustus (STRADNER), Rhabdolithina splendens (DEFLANDRE), Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE), Lithastrinus floralis STRADNER, Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER, Watznaueria parvidentata (DEFLANDRE).

Remarques. STRADNER n'a pas distingué "d'assemblage" pour l'Aptien supérieur. Certaines des espèces qui apparaissent à ce niveau ont une large répartition dans tout le Crétacé, en Europe et en Amérique.

3) Zone à Hayesites albiensis.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Hayesites albiensis nov. gen. n. sp. et l'apparition de Corollithion rhombicum (STRADNER et autres).

Localités de référence. Argiles grises des Côtes de Moëslains niveau 5 (n° 1003, 1004), argiles tégulines bleues Villemoyenne (n° 925, 929).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Parhabdolithus angustus, plus : Hayesites albiensis nov. gen. n. sp. et Rhabdolithus aquitanicus n. sp.

Remarques. Hayesites albiensis est une petite forme nouvelle dont la curieuse architecture a pu être déterminée en microscopie électronique. Elle n'apparaît qu'à l'Albien inférieur ; aucun auteur ne l'avait jamais observée, elle est intéressante puisqu'elle permet de dater la base de l'Albien.

4) Zone à Corollithion rhombicum.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Corollithion rhombicum (STRADNER et al.) et l'apparition de Staurolithites matalosus (STOVER).

Localités de référence. Argiles bleues des Côtes de Moëslains, niveau 6 (n° 1005, 1006), argiles grises de Courcelles (n° C 10 - C 17), argiles grises du Gault de Wissant (n° 897, 898).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Hayesites albiensis, plus : Sollasites horticus (STRADNER et autres), Cretarhabdus decorus (DEFLANDRE), Corollithion signum STRADNER, Scapholithus fossilis DEFLANDRE, Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY), Cretarhabdus unicornis STOVER, Corollithion rhombicum (STRADNER et autres), Corollithion geometricum (GORKA), Cretarhabdus blacki n. sp., Cretarhabdus helicoides STOVER, Cretarhabdus loriei GARTNER, Discorhabdus ignotus (GORKA).

moins : Nannoconus wassali BRÖNNIMANN, Nannoconus globulus BRÖNNIMANN, Lithastrinus septentrionalis STRADNER.

Remarques..

a) En France, Corollithion rhombicum et Sollasites horticus qui caracté-

risent cette 4ème zone, ne sont jamais très fréquents ; cependant, leur architecture et leur petite taille sont de bons critères de détermination.

b) En Hollande, STRADNER les a décrites dans l'Albien de Delft, et BLACK en Angleterre avait observé Sollasites horticus dans le Cénomaniens des sables verts de Cambridge. Cette zone doit correspondre à la partie moyenne de l'association de STRADNER : "Dauvillieri association".

c) En Amérique, P. ČEPEK et W. W. HAY (1969) ont retrouvé Sollasites horticus (STRADNER et autres) dans la zone à Staurolithites orbiculofenestrus (GARTNER).

5) Zone à Staurolithites matalosus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Staurolithites matalosus (STOVER) et l'apparition de Gatnerago obliquus (REINHARDT).

Localités de référence. Argiles gris bleu de Wissant (n° 896, 897) argiles noirâtres à Vallentigny (n° 991, 992).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Corolithion rhombicum plus : Octopoderhabdus decussatus (MANIVIT), Staurolithites matalosus (STOVER), Tranolithus orionatus STOVER, Tranolithus exiguus STOVER, Markalius circumradiatus (STOVER), Watznaueria barnesae (BLACK), Rhabdophidites moeslensis n. sp., Pithonella sphaerica (KAUFMANN).

Remarques.

a) En France, l'apparition de Staurolithites matalosus (STOVER) permet de différencier la partie terminale de l'Albien. Il faut noter dans cette zone l'apparition de Pithonelles qui caractérisent par leur fréquence, le Turonien et le Coniacien. Nannoconus truitti et Nannoconus minutus sont encore bien représentés.

b) En Allemagne, REINHARDT avait reconnu Cretarhabdus decussatus dans l'Albien supérieur et en Hollande, STRADNER (1968) l'avait signalé dans l'Albien de Delft.

6) Zone à Staurolithites orbiculofenestrus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Staurolithites orbiculofenestrus et l'apparition de Gatnerago obliquus (REINHARDT).

Localités de référence, Marnes de Brienne à Saint-Florentin (n°125, 126), craie grise marneuse de Wissant (n° 895), marnes schisteuses bleutées des Mujouls (n° 448, 449) dans les Alpes Maritimes.

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Stauro-lithites matalosus, plus : Stauroolithites orbiculofenestrus (GARTNER), Cocco-lithites?supracretaceus REINHARDT , Eiffellithus eximius (STOVER), Stradne-ria crenulata (BRAMLETTE et MARTINI) et Pithonella ovalis (KAUFMANN).

moins : Micrantolithus sp., Watznaueria communis REINHARDT , Braa-rudosphaera africana STRADNER , Cyclococcolithus sp.

Remarques. La nannoflore de cette zone offre un certain nombre d'espèces nouvelles qui marquent un stade de transition entre les formes existantes déjà à l'Albien, et celles qui caractériseront le Sénonien.

a) Cette biozone doit correspondre en Allemagne, à la base de l'horizon dénommé par STRADNER "Turriseiffeli association" ; il est certain qu'à ce niveau, Eiffellithus turriseiffeli qui était apparu déjà dans la zone à Prediscosphaera columnata, devient très commun et même abondant au Cénomanién.

REINHARDT a décrit l'espèce Cretarhabdus dietzmanni dans l'Albien terminal d'un sondage en Allemagne.

b) En Angleterre, BLACK a reconnu (1967) dans les "Upper Greensand" de Folkstone, la même association caractéristique de la zone à Stauroolithites orbiculofenestrus (GARTNER).

c) En Amérique, GARTNER a retrouvé cette espèce dans l'"Eagle Ford shale" et ČEPEK et HAY (1969) ont proposé dans le Kansas et l'Alabama, la même biozone que la nôtre. Cependant, ils n'ont pu identifier cette biozone dans l'Est de la Gulf Coast.

7) Zone à Gatnerago obliquus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Gatnerago obliquus (STRADNER) et l'apparition de Corollithion exiguum STRADNER .

Localités de référence. Craie marneuse du Cap Blanc-Nez (n° 888), craie marneuse à silex de la Côte Sainte-Catherine (n° 372), marnes calcaires bleutées de la coupe des Lattes (n° 466, 467), craie blanche marneuse de Frétevou (n° 209).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Stauroolithites orbiculofenestrus, plus : Gatnerago obliquus (STRADNER), Zygodiscus ponticulus (DEFLANDRE), Cretarhabdus conicus BRAMLETTE et MARTINI , Cricolithus solidus (STOVER).

Remarques.

a) En France, la nannoflore de cette zone conserve le caractère du Crétacé moyen, avec les nombreuses espèces qui étaient apparues à l'Albien. Les espèces cénomaniennes sont encore voisines de celles de l'Albien supérieur.

La coupure devient plus nette au Turonien moyen et surtout au Turonien inférieur où certaines espèces apparaissent et s'épanouissent au Coniacien et Santonien.

On assiste à un renouvellement des Coccolithophoridés dans ces étages, en relation peut-être avec le changement de faciès, marneux de l'Albien et du Cénomanien, au profit du faciès calcaire du Turonien et Sénonien.

b) En Allemagne, la zone à Gatnerago obliquus se rapporte toujours à l'association de STRADNER "Turriseiffeli association" : REINHARDT a décrit cette forme dans le Cénomanien d'Allemagne.

c) Cette zone semble être l'équivalent, en Amérique, de la zone à Chiastozygus cuneatus (LYUL'EVA) que ČEPEK et HAY ont reconnue dans le Kansas à Hartland Shale, partie de la "Greenhorn Limestone".

8) Zone à Corollithion exiguum.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Corollithion exiguum STRADNER, jusqu'à l'apparition de Micula staurophora (GARDET).

Localités de référence. Craie jaunâtre micacée de Sainte-Maure-de-Touraine (n° 212), craie blanche de la Côte Saint-Jacques à Joigny (n° 206), craie à silex des Falaises dieppoises (n° 500, 113).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Gatnerago obliquus (STRADNER), plus : Lithastrinus grilli STRADNER, Broinsonia enormis (SHUMENKO), Chiastozygus amphipons (BRAMLETTE et SULLIVAN), Corollithion exiguum STRADNER, moins : Stauroolithites matalosus (STOVER), Watznaueria parvidentata (DEFLANDRE).

Remarques.

a) En France, l'association de cette zone est déjà différente de la précédente et l'apparition de Corollithion exiguum, Lithastrinus grilli STRADNER et de Broinsonia enormis (SHUMENKO) l'individualise très bien.

b) En Allemagne, STRADNER (1962) et REINHARDT (1965) ont décrit Lithastrinus grilli dans le Turonien moyen.

c) Par rapport à l'Amérique, ma zone à Corollithion exiguum, correspond à la

zone de ČEPEK et HAY (1969), distinguée en Alabama, à la partie inférieure de la Jetmore Chalk dans la "Greenhorn Limestone".

9) Zone à *Micula staurophora*.

Définition. Intervalle entre l'apparition de *Micula staurophora* (GARDET) jusqu'à l'apparition de *Marthasterites furcatus* DEFLANDRE .

Localités de référence. Craie blanche à silex du Cap Blanc-Nez (n° 892), craie de Rouen (n° 373), craie marneuse sans silex des Falaises dieppoises (n° 90, 501).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à *Corolithion exiguum*, plus : *Micula staurophora* (GARDET), *Cribrosphaera ehrenbergi* (ARKHANGELSKY), *Microrhabdulus decoratus* DEFLANDRE , *Cylindralithus serratus* BRAMLETTE et MARTINI , *Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE , moins : *Staurolithites orbiculofenestrus* (GARTNER), *Cretarhabdus romani* (GORKA), *Tetralithus gothicus* DEFLANDRE .

Remarques.

a) Dans cette biozone, apparaissent un certain nombre d'espèces qui s'épanouissent au Sénonien. Elles deviennent parfois même abondantes, telles que : *Micula staurophora*, *Lucianorhabdus cayeuxi*, *Cribrosphaera ehrenbergi* et *Microrhabdulus decoratus*. Cette biozone caractérise l'entrée dans le Sénonien où les faciès crayeux sont favorables à la prolifération de la nannoflore.

b) La zone à *Micula staurophora* que je propose, coïncide avec la "Staurophora association" de STRADNER (1963). C'est bien à ce niveau, sans doute Turonien supérieur, qu'apparaît *Micula staurophora* décrit par GARDET au Miocène, où cette espèce était remaniée.

c) En Amérique, la zone à *Tetralithus pyramidus*, proposée par ČEPEK et HAY (1969) semble correspondre par son association à ma zone à *Micula Staurophora*. Cependant, dans mes échantillons turoniens, je n'ai pas reconnu *Tetralithus pyramidus* (GARDET) au Turonien, je ne l'ai observé qu'au Santonien ; il en est de même pour *Broinsonia parca* qui apparaît plus tôt en Amérique qu'en Europe.

La zone à *Cyclagelosphaera chronolitha* de BUKRY doit être l'équivalent d'une partie de la zone à *Micula staurophora*.

10) Zone à Marthasterites furcatus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Marthasterites furcatus DEFLANDRE et l'apparition de Kamptnerius magnificus DEFLANDRE.

Localités de référence. Calcaire jaune crayeux de Cognac (n° 226, 227), Craie à Inocérames de Rosoy (n° 200), Craie de Mers-les-Bains (n° 502), Craie blanche de Bois-de-Cise (n° 504).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Micula Staurophora (GARDET), plus : Marthasterites furcatus DEFLANDRE, Kamptnerius punctatus STRADNER, Eiffellithus anceps (GORKA) et Arkhangelskiella ethmopora BUKRY, moins : Coccolithites? supracretaceus REINHARDT, Markalius circumradiatus (STOVER), Prediscosphaera columnata (STOVER).

Remarques.

a) La zone à Marthasterites furcatus DEFLANDRE est caractérisée par l'apparition de trois formes bien différenciables : Marthasterites furcatus, Arkhangelskiella ethmopora BUKRY et Kamptnerius punctatus STRADNER.

Marthasterites furcatus a été décrite par G. DEFLANDRE dans le Campanien de Salies-de-Béarn et le Santonien du Texas : en fait, si ce nannofossile est caractéristique du Coniacien, il existe encore au Campanien inférieur.

Kamptnerius punctatus a été décrit dans le Turonien supérieur d'Autriche. Dans mon matériel, Kamptnerius punctatus apparaît en même temps que Arkhangelskiella ethmopora : ils font tous deux partie de la zone à Marthasterites furcatus.

Je pense qu'il existe un décalage entre les apparitions d'Arkhangelskiella ethmopora et de Kamptnerius punctatus entre l'Europe et l'Amérique. Ces deux espèces, biogéographiquement différentes du fait peut-être de changements climatiques ou de différences de latitude, semblent apparaître plus tardivement en Amérique, comme ČEPEK & HAY (1969) l'ont montré dans leur matériel. De ce fait, les corrélations à ce niveau, semblent difficiles entre l'Amérique et l'Europe.

b) En Allemagne, STRADNER (1963) et REINHARDT (1965) ont observé Kamptnerius punctatus au Turonien supérieur.

c) Au Texas, cette espèce a été reconnue dans l'"Austin Chalk" par GARTNER. La zone qui porte le nom de ce taxon semble correspondre à la zone à Cyclagelosphaera chronolitha de BUKRY. Cette dernière est, en Alabama, l'équivalent de la zone à Marthasterites furcatus définie par ČEPEK & HAY (1969) à la partie inférieure de la "Mooreville Chalk". Ces auteurs ont proposé comme biozone suivante, la zone à Arkhangelskiella ethmopora : en France, cette espèce apparaissant en même temps que Marthasterites furcatus, je pense qu'il n'y a pas lieu de créer une nouvelle zone.

11) Zone à Kamptnerius magnificus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, et l'apparition de Broinsonia parca (STRADNER).

Localités de référence. Craie marneuse à Chateaubernard, Genté (n° 217, 218), craie à silex de Paron, Gron (n° 510, 198) craie blanche à silex de Criel-Plage (n° 505), Le-Pollet (n° 109).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Marthasterites furcatus, plus : Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, Tetralithus obscurus DEFLANDRE, Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE, Ahmuellerella octoradiata (GORKA), Rucinolithus hayi STOVER, moins : Lithastrinus grilli STRADNER et Cretarhabdus unicornis STOVER.

Remarques. Certains coccolithes qui apparaissent dans cette biozone se maintiennent jusque dans le Campanien supérieur, sauf : Kamptnerius punctatus STRADNER et Rucinolithus hayi STOVER, petite forme à huit bras pointus. BUKRY rattache au genre Discoaster cette espèce qu'il a décrite dans une marne du Campanien inférieur du Texas, (Lower Taylor Marl).

On constate, qu'au sommet de cette zone, disparaissent les Pithonelles qui avaient été communes au Turonien et au Coniacien dans les faciès crayeux. Il en sera de même pour les Nannoconus au Campanien moyen où la lignée semble s'éteindre.

a) En Europe. L'extension de cette biozone est assez large.

b) En Amérique. BUKRY propose au Texas, une zone à Zygodiscus macleodae pour le sommet de l'"Austin Chalk" et la base de la "Taylor Marl" dans le Comté de Dallas ; ce doit être l'équivalent de la biozone à Kamptnerius magnificus de ČEPEK et HAY (1969).

Par contre, la zone à Amphizygus minimus, créée dans la "Lower Austin Chalk" par BUKRY, doit correspondre à la zone à Kamptnerius punctatus distinguée par ČEPEK et HAY en Alabama au sommet de la "Mooreville Chalk" et de la plus grande partie de l'"Arcola Limestone".

12) Zone à Arkhangelskiella specillata.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Arkhangelskiella specillata VEKSHINA et l'apparition de Tetralithus aculeus (STRADNER)

Localités de référence. En Aquitaine, marnes du flysch de Gan et d'Asson (n° 137, 307, 143), marne crayeuse de la coupe d'Aubeterre (n° 541-545), craie blanche à silex de Pont-sur-Yonne (n° 511).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Kamptnerius magnificus, plus : Cretarhabdus schizobrachiatus GARTNER, Arkhangelskiella specillata VEKSHINA, Staurolithites imbricata (GARTNER), Broinsonia bevieri BUKRY et Reinhardtites anthophorus (DEFLANDRE), moins : Marthasterites furcatus DEFLANDRE et toutes les espèces de Nannoconus et de Pithonelles.

Remarques.

a) En Amérique, Broinsonia parca (STRADNER) semble apparaître plus tôt qu'en France, puisqu'elle existe déjà au Turonien supérieur, dans la zone à Tetralithus pyramidus GARDET de ČEPEK et HAY (1969).

La biozone que je propose correspond à la zone à Tetralithus aculeus de ČEPEK et HAY (1969), définie dans la partie inférieure de la "Desmopolis Chalk" en Alabama, équivalent du Campanien inférieur et moyen ; cette zone américaine doit dater la partie supérieure de la "Taylor Marl" étudiée par GARTNER.

BUKRY a observé Broinsonia parca (STRADNER), dans la zone à Zygodiscus macleodae.

b) Pour STRADNER, Broinsonia parca, fait partie de la "Gothicus association" qui comporte les mêmes espèces que celles que je rapporte à la biozone à Arkhangelskiella specillata.

13) Zone à Tetralithus aculeus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Tetralithus aculeus (STRADNER) et l'apparition de Lithraphidites quadratus BRAMLETTE et MARTINI.

Localités de référence. Flysch de Salies-de-Béarn (n° 934, 923, 940), marne crayeuse de la coupe d'Aubeterre (n° 539), marne verdâtre de Nay (n° 910, 140), craie jaunâtre de Meudon (n° 563, 564), craie blanche d'Obourg (n° 565).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Arkhangelskiella specillata (STRADNER), plus : Tetralithus aculeus (STRADNER), Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE et MARTINI, Prediscosphaera spinosa (BRAMLETTE et MARTINI), Marthasterites inconspicuus DEFLANDRE, Ceratolithoides kamptneri BRAMLETTE et MARTINI, Staurolithites bochotnicae (GORKA), moins : Marthasterites furcatus DEFLANDRE.

Remarques. En Amérique, ČEPEK et HAY ont proposé pour la partie moyenne de la "Ripley formation" en Alabama, la zone à Chiastozygus initialis. C'est une zone dont l'extension est réduite. Je n'ai pu retrouver cette biozone dans mon matériel ; je pense que cette zone américaine est l'équivalent de ma zone à Tetralithus aculeus que je considère être du Campanien supérieur.

14) Zone à Lithraphidites quadratus.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Lithraphidites quadratus BRAMLETTE et MARTINI et l'apparition de Nephrolithus frequens GORKA.

Localité de référence. Craie de Spiennes (n° 566), Maestricht, calcarénite de la carrière E. N. C. I., niveau Mb (n° 567), marnes du flysch de Bellocq en Aquitaine (n° 930, 928).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Tetralithus aculeus (STRADNER), plus : Lithraphidites quadratus BRAMLETTE et MARTINI, Lithraphidites grossopectinatus BUKRY, Tetralithus nitidus MARTINI, Tetralithus quadratus STRADNER, Zygodiscus acanthus (REINHARDT), Zygodiscus pseudanthophorus BRAMLETTE et MARTINI, Zygodiscus spiralis BRAMLETTE et MARTINI, Rhomboaster cuspis BRAMLETTE et MARTINI, Cylindralithus gallicus (STRADNER) et Rhabdolithus cf perlongus DEFLANDRE, moins : Tetralithus aculeus (STRADNER), Broinsonia bevieri BUKRY, Broinsonia enormis (SHUMENKO), Gartnerago obliquus (REINHARDT), Tetralithus pyramidus GARDET, Corollithion signum STRADNER, Cretarhabdus schizobrachiatus GARTNER, Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE, Cylindralithus serratus (BRAMLETTE et MARTINI) et Tetralithus exiguus STOVER.

Remarques.

- a) En Amérique, ČEPEK et HAY (1969), ont proposé une zone à Lithraphidites quadratus pour la coupe le long de la rivière Alabama à "Prairie Bluff Landing" et pour le sommet de la "Ripley formation". Les échantillons COR et ARK du groupe Navarro dans le Texas et l'Arkansas, étudiés par GARTNER, appartiennent à cette zone.
- b) BRAMLETTE et MARTINI l'ont décrite dans le Maestrichtien de Tunisie, de Maestricht et d'Alabama.
- c) PERCH-NIELSEN a retrouvé Lithraphidites quadratus dans le Maestrichtien du Danemark.
- d) BUKRY a placé cette espèce au dessus de la zone à Prediscosphaera germanica.

On peut donc proposer la zone à Lithraphidites quadratus pour définir le Maestrichtien moyen et correspondant à la "Cymbiformis association" de STRADNER.

15) Zone à Nephrolithus frequens.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Nephrolithus frequens GORKA et l'extinction de la plupart des espèces du Crétacé supérieur.

Localités de référence. Marnes gris vert de Nay (n° 909), marnes grises de Lasseube (n° 901), calcaire argileux d'Estialescq (n° 142), calcarénite de Maestricht, niveau "Md" de la carrière E.N.C.I. (n° 568).

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Lithraphidites quadratus BRAMLETTE et MARTINI, plus : Nephrolithus frequens GORKA, Tetralithus murus MARTINI, Markalius astroporus (STRADNER).

Remarques.

- a) En Amérique, cette zone a été définie par ČEPEK et HAY dans la Gulf Coast et dans l'Alabama, au sommet de la "Prairie Bluff Chalk".
- b) La présence de Nephrolithus frequens, forme caractéristique, permet de distinguer facilement cette zone. GORKA avait décrit cette espèce dans le Maestrichtien de Pologne.
- c) En France, Tetralithus murus apparaît légèrement après Nephrolithus frequens et uniquement dans le bassin d'Aquitaine, ce qui m'a conduit à penser que pour les faciès mésogéens, on pourrait parler de "zone à Tetralithus murus", alors que la "zone à Nephrolithus frequens" serait réservée au faciès

nordique, ce qui d'ailleurs semble en accord avec les observations de MARTINI et WORSLEY (1970).

BRAMLETTE et MARTINI avaient rencontré Tetralithus murus au Maestrich-tien terminal de Tunisie, Arkansas et Trinidad.

16) Zone à Cruciplacolithus tenuis.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Cruciplacolithus tenuis (STRADNER) et l'apparition de Fasciculithus sp.

Auteurs. HAY et MOHLER (1967).

Localité type. Calcaires marneux de Pont-Labau, à droite de la rivière le Nééz (Aquitaine).

Espèces communes à cette zone. La nannoflore est pauvre en espèces dans la zone à Cruciplacolithus tenuis (STRADNER). Les espèces qu'on y rencontre sont celles de la zone à Markalius astroporus, plus : Cruciplacolithus tenuis (STRADNER), Ericsonia cava et Ericsonia subpertusa HAY et MOHLER, Chiasmolithus danicus (BROTZEN), Zygodiscus sigmoïdes BRAMLETTE et MARTINI, Micrantholithus fornicatus MARTINI.

Certaines formes existant déjà au Crétacé sont abondantes : Braarudosphaera bigelowi (GRAN et BRAARUD), Braarudosphaera discula BRAMLETTE et RIEDEL, Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER.

Remarques.

a) Je n'ai pu retrouver dans mon matériel, la zone à Markalius astroporus (STRADNER), première zone connue au Tertiaire, où l'on remarque la quasi disparition des espèces maestrichtiennes.

Dans la zone à Cruciplacolithus tenuis, l'association distinguée est analogue à l'assemblage "Coccolithus helis" décrit par STRADNER en Allemagne en 1963.

b) La zone que je propose, comporte le même stock de coccolithes et les mêmes limites que celles tracées en 1967 par HAY et MOHLER.

A Lahonce, Bellocq et Lasseube, on observe une nannoflore identique à celle de Gan.

c) Les échantillons de Kjölby gard, du Danien type et ceux de l'Alabama, décrits par BRAMLETTE et MARTINI appartiennent à cette zone.

17) Zone à Fasciculithus sp.

Définition. Intervalle entre l'apparition de Fasciculithus sp. et l'apparition de Heliolithus kleinpelli SULLIVAN.

Dans mon matériel, limité au Danien, je n'ai pu retrouver Heliolithus kleinpelli SULLIVAN.

Auteurs. HAY et MOHLER (1967)

Localité type. Marne intercalée dans le calcaire compact de la carrière de Loubieng.

Espèces communes à cette zone. Ce sont celles de la zone à Cru-
ciplacolithus tenuis, plus : Fasciculithus sp.

J'ai laissé en nomenclature ouverte le taxon qui donne le nom à cette zone. Un examen en microscopie électronique permettrait sans doute de lui attribuer un nom spécifique.

Remarques.

a) Dans l'Alabama, la "Clayton Formation" appartient à cette zone, de même en Californie, la partie supérieure de la "Lodo Formation".

b) A Paderno d'Adda, les niveaux 16 et 21 de BOLLI et CITA correspondent à la zone à Fasciculithus sp.

III - CORRELATIONS.

Les remarques que j'ai pu faire à la suite de la description des zones ont montré qu'il est difficile à l'Aptien et à l'Albien, d'établir des corrélations avec les zones proposées par d'autres auteurs, car pour ces étages, aucune zone biostratigraphique n'a été vraiment distinguée jusqu'à présent.

On ne possède que les associations de STRADNER (1963). Les tableaux de répartition de REINHARDT m'ont permis de constater que l'extension des nannofossiles en Allemagne est très semblable à celle que j'ai reconnue en France.

1) Corrélation des zones entre l'Amérique et la France.

Pour le Crétacé supérieur, j'ai pu effectuer des comparaisons avec les biozones définies en Amérique, par D. BUKRY au Texas et par P. ČEPEK & W. W. HAY (1969) dans l'Alabama ou en Tchécoslovaquie.

TABLEAU N° 7 - Corrélations des biozones de Nanofossiles crétacés entre la France et l'Amérique.

E T A G E S		H. MANIVIT (1970) Stratotypes français	P. CEPEK & W. W. HAY (1969) Alabama & Kansas
DANIEU	[supérieur moyen et inférieur]	Z. à <i>Fasciculithus</i> sp	Z. à <i>Fasciculithus</i> sp
		Z. à <i>Cruciplacolithus tenuis</i>	Z. à <i>Cruciplacolithus tenuis</i>
MAESTRICHTIEN	[supérieur moyen inférieur]	Z. à <i>Nephrolithus frequens</i> (<i>Tetralithus murus</i> en Aquitaine)	Z. à <i>Nephrolithus frequens</i>
		Z. à <i>Lithraphidites quadratus</i>	Z. à <i>Lithraphidites quadratus</i>
		Z. à <i>Tetralithus aculeus</i>	Z. à <i>Chiastozygus initialis</i>
CAMPANIEU	[supérieur moyen et inférieur]	Z. à <i>Arkhangelskiella specillata</i>	Z. à <i>Tetralithus aculeus</i>
		Z. à <i>Kamptnerius magnificus</i>	Z. à <i>Kamptnerius magnificus</i>
SANTONIEU	[supérieur moyen inférieur]		Z. à <i>Kamptnerius punctatus</i>
			Z. à <i>Arkhangelskiella ethmopora</i>
CONIACIEN supérieur & moyen		Z. à <i>Marthasterites furcatus</i>	Z. à <i>Marthasterites furcatus</i>
CONIACIEN inférieur			
TURONIEU supérieur		Z. à <i>Micula staurophora</i>	Z. à <i>Tetralithus pyramicus</i>
TURONIEU moyen		Z. à <i>Corollithion exiguum</i>	Z. à <i>Corollithion exiguum</i>
TURONIEU inférieur			
Cénomanién supérieur		Z. à <i>Gatnerago obliquus</i>	Z. à <i>Chiastozygus cuneatus</i>
CENOMANIEU moyen et inférieur		Z. à <i>Stauroolith. orbiculofenestrus</i>	Z. à <i>Stauroolithites orbiculofenestrus</i>
VRACONIEU			
[supérieur moyen inférieur]		Z. à <i>Stauroolithites matalosus</i>	
ALBIEU		Z. à <i>Corollithion rhombicum</i>	
		Z. à <i>Hayesites albiensis</i> n. sp.	
GARGASIEU		Z. à <i>Parhabdololithus angustus</i>	
BEDOULIEU		Z. à <i>Prediscosphaera columnata</i>	

Limites probables -----

Le tableau 7 donne la correspondance entre les biozones de P. ČEPEK & W. W. HAY (1969) et les biozones que j'ai pu distinguer dans les stratotypes crétacés.

Ce tableau fait apparaître quelques divergences entre l'Amérique et la France. En effet, il n'y a pas correspondance exacte pour toutes les zones entre ces deux pays. Ces différences peuvent avoir plusieurs causes.

a) Je n'ai pas reconnu dans mon matériel Chiastozygus cuneatus (LYUL'EVA) :

- soit que cette espèce n'existe peut-être qu'en Amérique et non en France,

- soit, que ce coccolithe de très petite taille nécessite d'être examiné au microscope électronique,

- soit, aussi, parce que je n'ai pas jugé bon de le différencier de formes voisines, vues au microscope photonique.

b) Arkhangelskiella ethmopora BUKRY et Kamptnerius punctatus STRADNER apparaissent en Amérique et en France dans des niveaux qui semblent identiques chronostratigraphiquement (Santonien).

Dans mes sédiments, je n'ai pu diviser le Santonien en trois zones, car, les deux espèces citées précédemment, correspondent à des formes dont la délimitation spécifique est très délicate à établir au microscope photonique et, de plus, elles sont assez rares dans mon matériel pour caractériser une biozone.

c) Enfin, on note un décalage dans l'apparition de Tetralithus pyramidus GARDET entre l'Amérique et la France. Cette espèce, apparaît au Santonien en France, et au Turonien supérieur, en Amérique. Il en est de même pour Corollithion exiguum STRADNER qui apparaît en France au Coniacien basal et au Turonien en Amérique.

Il n'y aurait donc pas un synchronisme rigoureux pour quelques espèces dans le peuplement de bassins différents. La nannoflore du Texas est sans doute représentative d'une écologie un peu différente de celle de la France et même d'Europe : certaines espèces là-bas fréquentes, peuvent se raréfier ou parfois disparaître vers la Méditerranée.

Ce phénomène se reproduit chez les coccolithes d'autres fois dans la série géologique, et pose le problème de certains décalages dans les corrélations, compte tenu des durées de migration différentes et des changements de faciès possibles.

2) Corrélation des zones biostratigraphiques reconnues au Crétacé, avec les zones de macrofaune et de microfaune.

Afin de mieux "caler" les biozones de nannofossiles crétacés, j'ai tenté un essai de corrélations des zones biostratigraphiques reconnues dans le Crétacé moyen et supérieur, utilisant d'une part, la macrofaune (Ammonites, Echinodermes, Rudistes) et d'autre part, la microfaune avec les Foraminifères et les Coccolithophoridés (Tableau 8).

Signalons tout d'abord, que les zones proposées dans ce travail, sans être définitives, ne sont pas continues dans le temps de façon absolue, car des changements de faciès ont pu entraîner des disparitions de la nannoflore ou tout au moins empêcher sa fossilisation pendant un certain temps.

On peut admettre que les biozones se situent au sein d'un même intervalle, c'est-à-dire à l'intérieur des limites d'étages indiquées en pointillé sur les tableaux 6, 7 et 8.

D'autre part, l'échantillonnage n'ayant pas toujours porté sur des coupes continues, il aurait nécessité d'être plus rapproché, c'est ce qui explique peut-être que l'on ait une si bonne concordance apparente entre les zones d'Ammonites et de Nannofossiles. Une étude très serrée des niveaux permettrait peut-être de noter des décalages entre les deux échelles.

IV - CONCLUSIONS.

1) Critique de la méthode biostratigraphique.

Si la répartition stratigraphique du taxon choisi est restreinte, sa répartition géographique doit être étendue, et il est souhaitable qu'il ne soit pas sensible aux variations bathymétriques et climatologiques.

J'ai, pour ce travail, consulté et comparé les répartitions stratigraphiques des nannofossiles étudiés, aussi bien en Europe, qu'en Améri-

TABLEAU N° 8 .

Essai de corrélation des échelles zonales reconnues dans le Crétacé français .

	Echelle de Macrofaune	Echelle de Foraminifères	Echelle de Nannofossiles
DANIEN	Z. à <i>Hercoglossa danica</i>	Z. à <i>Globigerina daubjergensis</i>	Z. à <i>Fasciculithus</i> sp
	Z. à <i>Micraster tercensis</i> <i>Echinocorys pyrenaicus</i>		Z. à <i>Cruciplacolithus tenuis</i>
MAESTRICHT.	Z. à <i>Pachydiscus neubergicus</i> * <i>Cidaris faujasi</i>	Z. à <i>Globotruncana contusa</i>	Z. à <i>Nephrolithus frequens</i> <i>Tetralithus murus</i> (Aquitaine)
	<i>Bostrychoceras polyplocum</i> *	Z. à <i>Globotruncana stuarti</i>	Z. à <i>Lithraphidites quadratus</i>
CAMPANIEN	Z. à <i>Hoplitoplacenticeras vari</i> * <i>Belemnitella mucronata</i>	Z. à <i>Globotruncana calcarata</i>	Z. à <i>Tetralithus aculeus</i>
	Z. à <i>Actinocamax quadratus</i> <i>Placenticeras bidorsatum</i> *	Z. à <i>Globotruncana elevata</i>	Z. à <i>Arkhangelskiella specillata</i>
SANTONIEN	Z. à <i>Placenticeras syrtale</i> * <i>Micraster coranginum</i> <i>Texanites texanum</i> *	Z. à <i>Globotruncana concavata</i>	Z. à <i>Kamptnerius magnificus</i>
CONIACIEN	Z. à <i>Parabevahites emscheris</i> * <i>Micraster cortestudinarium</i>	Z. à <i>Globotruncana schneegansi</i>	Z. à <i>Marthasterites furcatus</i>
	Z. à <i>Barroisiceras haberfellneri</i> * <i>Acanthoceras deveriai</i> *	Z. à <i>Globotruncana helvetica</i>	Z. à <i>Micula staurophora</i>
TURONIEN	Z. à <i>Inoceramus brogniarti</i> <i>Acanthoceras bizeti</i> *		Z. à <i>Lithastrinus grilli</i>
	Z. à <i>Mammites nodosoides</i> * <i>Inoceramus labiatus</i> * <i>Calycoceras naviculare</i> *	Z. à <i>Rotalipora cushmani</i>	Z. à <i>Gatnerago obliquus</i>
CENOMANIEN	Z. à <i>Acanthoceras rhotomagenise</i> * <i>Mantelliceras mantelli</i> * <i>Stoliczkaia dispar</i> *	Z. à <i>Rotalipora apenninica</i>	Z. à <i>Stauroolithites orbiculofenestrus</i>
	Z. à <i>Mortoniceras inflatum</i> * <i>Diploceras cristatum</i> *	Z. à <i>Rotalipora ticinensis</i>	Z. à <i>Stauroolithites matalosus</i>
ALBIEN	Z. à <i>Euhoplites nitidus</i> * <i>H. dentatus</i> et * <i>Lyelliceras lyelli</i> *	Z. à <i>Parahoplites subcretaceus</i>	Z. à <i>Corollithion rhombicum</i>
	Z. à <i>Douvilleiceras mamillatum</i> *	Z. à <i>Praeglobotruncana rohri</i>	Z. à <i>Hayesites albiensis</i>
APTIEN	Z. à <i>Leymeriella tardefurcata</i> * <i>Diadochoceras nodosocostatum</i> *	Z. à <i>Praeglobotruncana infracretacea</i>	
	Z. à <i>Chelonicerias subnodosocostatum</i> <i>Aconoceras nesus</i> *		Z. à <i>Parahabdolithus angustus</i>
	Z. à <i>Deshayesites deshayesi</i> *		Z. à <i>Prediscosphaera columnata</i>

LEGENDE

* Zone d'Ammonites , d'après les résolutions des Congrès 1959 et 1963



Lacune , dûe au faciès non favorable aux nannofossiles

----- Limites hypothétiques

que, Afrique ou Asie, de façon à réduire le degré de subjectivité qu'implique le choix dans la différenciation taxinomique des biozones.

Enfin, je pense que pour établir des corrélations exactes, il est préférable de définir une zone par l'intervalle entre l'apparition de deux espèces.

Le critère de disparition des espèces me paraît moins valable et même négatif : il est surtout plus incertain dans son appréciation. Il faut donc éviter de proposer des zones négatives, d'autant plus que les nannofossiles sont parfois remaniés.

Evidemment le taxon choisi ne représente pas vraiment "l'espèce biologique", mais dans l'état actuel de nos connaissances sur la biologie du groupe des Coccolithophoridées, il faut d'abord s'attacher à reconnaître des entités morphologiques et stratigraphiques, identifiables et utilisables pour des corrélations.

2) Critiques concernant les corrélations basées sur les nannofossiles.

Les informations que nous pouvons dégager des études réalisées en Europe et aux Etats-Unis, ne permettent pas encore une vue précise de la paléo-écologie des Coccolithophoridées durant la période crétacée ; cependant, nous constatons que les zones définies en France sont reconnaissables dans les autres continents et qu'au Crétacé supérieur, les associations de Coccolithes sont identiques à l'Equateur à 50°N. et à 50°S. de part et d'autre de la limite Crétacé Tertiaire (comme l'a prouvé K. PERCH-NIELSEN 1970).

Cependant, si les corrélations à l'aide des nannofossiles sont devenues, non seulement régionales, mais intercontinentales, on ne peut vraiment admettre que la répartition des nannofossiles à une époque donnée soit la même sur tous les continents, car, il faut tenir compte du manque de synchronisme qui existe dans le peuplement de bassins différents, pour une espèce déterminée ; les phénomènes de convergence, joints à l'endémisme de certaines espèces, suffisent à créer des différences parfois sensibles : quelques décalages dans la comparaison des extensions des coccolithes tels : Tetralithus pyramidus GARDET et Broinsonia parca (STRADNER) entre l'Amérique et l'Europe le montrent bien.

Mais ce phénomène de décalage s'explique peut-être par le fait que

ces populations appartenaient à des provinces biogéographiques différentes, caractérisées par des variations de la température, de cycles climatiques, liées à des fluctuations de la profondeur, de la latitude, etc...

3) Résultats obtenus.

Les biozones proposées ne coïncident pas de façon absolue avec le découpage des étages (cf tableaux 7 et 8).

Néanmoins, certaines espèces de coccolithes ont une durée comparable à celle du sous-étage. Si, les nannofossiles ne fournissent pas toujours une définition micropaléontologique aussi précise que celle offerte par les Foraminifères planctoniques ou surtout les Ammonites, il est indéniable que les Coccolithophoridées, par leur petite taille, leur mode de vie pélagique, leur nombre, et leur fossilisation, ont souvent une meilleure dispersion que les restes de macrofaune, et je pense qu'il est assez facile de déceler dans ce groupe, l'apparition ou la période d'apogée d'une espèce.

Il faut donc admettre que ces biozones sans être définitives, conservent le sens "d'hypothèses de travail", nécessaires pour faire progresser l'étude stratigraphique des nannofossiles.

BIBLIOGRAPHIE

- American Comm. Strat. Nomencl., 1957 - Report 5 : Nature, usage and nomenclature of biostratigraphic units : Bull. A. A. P. G., v. 4, p. 1877-1891.
- Anonyme, 1969 - Recommendations on stratigraphical usage : Proceedings of the Geol. Soc. of London, p. 139-166.
- ARKELL W. J., 1956 - Comments on stratigraphic procedure and terminology : American J. Sci., v. 254, p. 457-467.
- BRAMLETTE M. N. & F. R. SULLIVAN, 1961 - Coccolithophorids and related Nanoplankton of the early Tertiary in California : Micropaleontology v. 7, p. 128-188, pl. 1-14.
- ČEPEK P., & W. W. HAY, 1969 - Calcareous nannoplankton and biostratigraphic of the Upper Cretaceous : Trans. Gulf Coast Ass. of Geol. Soc., v. XIX, p. 323-336.

- HAY W. W., & P. ČEPEK, 1969 - Nannofossils, probability, and biostratigraphic resolution : Amer. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v. 53, p. 721.
- HAY W. W., H. P. MOHLER, P. H. ROTH, R. R. SCHMIDT, & J. E. BOUDREAUX, 1967 - Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation : Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. Trans., v. 17, p. 428-480, pl. 1-13, 13 text-fig.
- HEDBERG H. D., 1962 - Les zones stratigraphiques. Remarques sur un article de P. Hupé (1960) : Bull. trim. D. I. G., B. R. G. M., n° 54, p. 6-11.
- HUPE P., 1960 - Les zones stratigraphiques : Bull. trim. D. I. G., B. R. G. M., n° 49, p. 1-20.
- International Subcomm. Strat. Terminology, 1961 - Stratigraphic classification and terminology : 21ème Intern. Geol. Congr. (Norden, 1960), Rep. Pt. 25, 38p.
- MILLER T. G., 1965 - Time in stratigraphy : Paleontology, v. 8, p. 113-131.
- SIGAL J., & H. TINTANT, 1962 - Principes de classification et de nomenclature stratigraphique : Comité Français de Stratigraphie.
- TEICHERT C., 1958 - Some biostratigraphical concepts : Bull. Geol. Amer., v. 69, p. 99-120.
- VAN HINTE J. E., 1969 - The nature of biostratigraphic zones : Proceedings of the first Intern. Conf. on Planktonic microfossils, Geneva 1967, v. 2, p. 267-272.

C H A P I T R E IV

PALEOECOLOGIE. PALEO GEOGRAPHIE

Les notions générales d'écologie et de paléoécologie abordées dans ce chapitre ne sont que de premières indications. Des recherches paléo-écologiques seront à développer ultérieurement en relation avec des études sédimentologiques détaillées (conditions et mode de formation des gisements). Cependant, il m'a paru utile de rappeler les caractères et exigences du milieu dans lequel vivent les Coccolithophoridées actuels. La connaissance des variables qui contrôlent la distribution et l'abondance de ces micro-organismes dans les océans est nécessaire pour un essai d'interprétation paléoécologique.

I - ECOLOGIE.

1) Ecologie et biologie des Coccolithophoridées.

Les Coccolithophoridées représentent les plus petits organismes du nanoplancton et une partie essentielle des mers chaudes. Leur taille oscille entre 10 et 20 microns.

Actuellement, considérées comme des algues flagellées unicellulaires, elles appartiennent au groupe des Haptophycés, comme l'ont prouvé PARKE et ADAMS (1964), puisqu'elles sont porteuses d'un haptonema, de deux flagelles et de deux chromatophores bruns. Leur protoplasme est couvert de plaquettes de calcite isomorphes ou hétéromorphes, appelées "coccolithes" secrétés dans des vésicules internes.

Parce que les Coccolithophoridés actuels ont fait l'objet de nombreuses études, leur biogéographie et leurs exigences du milieu commencent à être connues.

L'immense majorité des Coccolithophoridées habitent des eaux calmes, limpides, pauvres en détritus et très oxygénées. La plupart abondent loin des côtes, souvent même à plus de 300 km de tout rivage (Coccolithus leptoporus).

Leur présence est liée aux eaux tempérées chaudes (entre 10 et 25°C), avec un pH supérieur à 8,5, mais certains peuvent vivre dans des eaux froides

telles que Coccolithus huxleyi (Mc INTYRE). Une salinité de 35 pour 1000 assure une croissance régulière sauf pour quelques espèces qui supportent des taux élevés.

Les Coccolithophoridées sont aussi sensibles :

à la fertilité du milieu (teneur en nitrates et phosphates).

aux courants marins qui entraînent la vase et modifient la teneur en oxygène.

aux vents et à l'éloignement des côtes.

Photosynthétiques, elles se maintiennent le plus souvent en eaux peu profondes : cependant, elles ont été retrouvées à de grandes profondeurs (500m environ) sous leurs formes de résistance à l'état de stade palmelloïde, spores internes, ou stade enkysté. Quelques rares espèces pratiquent le saprophytisme.

Il est parfois admis que les accumulations de coccolithes sont réalisées dans des dépôts côtiers ; c'est peut-être exact dans les mers ouvertes où les basses températures des grandes profondeurs ne sont pas favorables aux Coccolithophoridées. Mais, dans les mers chaudes, comme en Méditerranée, où la température demeure supérieure à 13°C dans toute la masse des eaux, les Coccolithophoridées peuvent vivre jusque dans la zone bathypélagique.

Les travaux de HASLE (1969) ont prouvé que le nombre d'espèces est fonction de la latitude et que de nettes différences sont enregistrées dans les eaux du Pacifique équatorial et les eaux subarctiques.

Par voie de conséquence, les Coccolithes peuvent être utilisés comme de bons indicateurs écologiques et paléobiogéographiques ; c'est ainsi que les recherches de MAC INTYRE (1966) dans les océans arctiques et antarctiques ont montré que les fluctuations climatiques au Pléistocène, en particulier les variations de température, pouvaient être révélées par l'étude de la répartition des Coccolithophoridées puisque les nannoflores d'eaux froides et d'eaux chaudes sont définies par la présence de certaines espèces différentes et bien définies.

La densité des individus varie aussi selon les saisons, leur prolifération en mai pouvant entraîner dans certaines mers des eaux colorées en rouge (BERNARD 1949).

2) Distribution et rôle des Coccolithophoridées dans la sédimentation.

Le rôle joué par les Coccolithophoridées dans la sédimentation calcaire est important. En effet, ces algues représentent le groupe dominant des eaux oligotrophes de faible agitation : ils forment 20 à 75 % du volume total du phytoplancton, suivant les mers.

Les études récentes de MAC INTYRE (1967), ont montré que les coccolithes peuvent constituer jusqu'à 30 % du poids total des sédiments récents dans les zones subtropicales. Dans l'Atlantique oriental et en Méditerranée, les nombres vont de 50.000 à 500.000 individus par litre .

Leur multiplication étant rapide, la masse totale de calcaire produite annuellement est supérieure à celle des Foraminifères et autres formes calcifiées, d'autant que les Coccolithophoridées abondent parfois à de grandes profondeurs.

Des recherches sur les Coccolithophoridées actuelles en Méditerranée, ont montré que la quantité de ces algues dans l'eau de mer augmente d'un dixième par jour, ce qui donne une production annuelle de 36,5 grammes par mètre cube d'eau. Cependant, comme le souligne F. BERNARD (1952) il faut considérer que 60 à 90 % des plaques calcaires engendrées en un an par les Coccolithophoridées au-dessus d'un fond de 10 mètres, échappent au dépôt et aboutissent ailleurs, grâce aux courants ou par suite de dissolution en cours de chute.

Depuis quelques années, les travaux de D. NOEL, appuyés sur une utilisation intensive du microscope à balayage, mettent en évidence la part importante prise par les Coccolithes dans la constitution des roches calcaires.

Bien que l'épaisseur des Coccolithes soit faible, il vient d'être prouvé (CITA, 1970), qu'à de fortes profondeurs, ils résistent mieux à la dissolution que les Foraminifères planctoniques qui eux, semblent plus affectés par la décalcification opérée par les eaux profondes, non saturées en carbonate de calcium. "Les Coccolithes doivent donc être protégés extérieurement par une pellicule organique, pendant leur descente des eaux superficielles jusqu'au fond, ou pendant la période, qui peut être très longue, où ils restent à proximité de la surface eau-sédiment".

II - ESSAI PALEOECOLOGIQUE.

Rappelons que, pour rétablir à l'aide des Nannofossiles les traits du paléomilieu, il faut effectuer certaines corrections aux exigences biologiques et physicochimiques des Coccolithophoridées actuelles. D'abord considérer que les fossiles rencontrés ne réagissent pas exactement de la même façon que les formes actuelles, car certaines conditions écologiques ont été modifiées au cours des temps géologiques (bathymétrie, température..)

D'autre part, les fossiles retrouvés ne représentent qu'un pourcentage infime des êtres qui vivaient dans les mers du passé. En effet, la majorité des espèces fossiles sont éteintes de nos jours, soit qu'il se soit produit une destruction sélective, soit que les conditions de vie soient devenues défavorables.

1) Relations entre la répartition de la nannoflore et les caractères du sédiment.

Dans les échantillons utilisés pour cette étude, j'ai pu distinguer quatre milieux de sédimentation, cités dans l'ordre détritique décroissant.

a) Faciès argilo-sableux.

Ces sédiments rencontrés dans l'Aptien d'Aquitaine, dans le Cénomanién de la Sarthe, ou le Sénonien des Charentes, ne renferment presque aucun nannofossile. L'absence de microorganismes planctoniques admet des explications :

Elle a pu être provoquée par des conditions de vie défavorables: de mauvaises conditions chimiques et des courants trop vigoureux, qui apportaient des éléments bioclastiques.

ou bien, le sédiment n'a pas permis la fossilisation des coccolithes. Les deux hypothèses sont-elles, peut-être réalisées ?

b) Faciès marneux.

C'est le cas des marnes bédouliennes d'Aquitaine, de la fosse vocontienne, des marnes de l'Albien de l'Aube ou du Gault, ou encore de celles du Campanien et Maestrichtien d'Aquitaine.

Dans cette sédimentation, les nannofossiles sont bien représentés et généralement bien conservés. Tous ces organismes devaient vivre dans des eaux

communiquant avec le large, et sans doute, relativement chaudes.

c) Faciès argileux.

Ce faciès étudié dans le Cénomanien des Alpes Maritimes ou le Flysch d'Aquitaine, renferme une belle nannoflore : il témoigne d'un milieu assez calme, aéré et d'une sédimentation lente, sans apport terrigène grossier. Il s'agit, de toute façon d'argiles légèrement calcaires, ne serait-ce que par le fait qu'elles contiennent des nannofossiles ; cependant, si les coccolithes sont nombreux, leur structure semble parfois "voilée" par des éléments argileux en suspension colloïdale. Il est aussi à remarquer que dans la sédimentation argileuse, les coccolithes abondent au détriment des Nannoconus ou Pithonelles. Les Foraminifères par contre (Globotruncanidés) y sont bien représentés. Il faut donc noter le rapport existant entre la forte proportion d'argiles dans un sédiment et sa richesse d'une part en Coccolithes et sa pauvreté en Nannoconus d'autre part.

d) Faciès crayeux.

La craie du Cénomanien, Turonien et Sénonien du Bassin de Paris est très riche en nannofossiles calcaires : ce milieu où proliféraient les Coccolithophoridées semble très à l'abri des influences terrigènes. Les eaux devaient être tempérées, aérées et riches en CO_3Ca . Les coccolithes sont souvent entiers, très propres, et au microscope à balayage, on observe parfois des coccosphères et peu de fragments. Si, dans les craies du Campanien les nannofossiles sont bien individualisés, on remarque au Coniacien et au Turo-nien des cristaux de calcite qui gênent l'observation ; il a dû se produire une dissolution suivie d'une recristallisation.

En conclusion, nous notons une relation inverse entre l'abondance des Coccolithophoridées d'une part, et l'importance des apports terrigènes d'autre part.

2) Influence de la situation géographique des gisements sur la nannoflore.

a) La répartition des Coccolithophoridées est très uniforme à l'échelle géographique générale d'un, ou même de plusieurs bassins.

En effet, les tableaux de fréquence résumant la distribution des nannofossiles, ne permettent pas d'enregistrer des différences très notables entre

les espèces du Bassin d'Aquitaine et celles du Bassin parisien.

b) Cependant, certaines différences sont décelables : elles ne portent pas sur l'apparition d'espèces nouvelles, mais sur certaines variations dans la composition de la nannoflore : peut-être expliquent-elles aussi l'absence de certaines espèces comme dans le Sénonien des Charentes par rapport à celui du Bassin parisien. Il s'agit sans doute de mers relativement séparées du large ou marquées par des facteurs locaux particuliers (golfe soumis à de fortes marées, à des variations de la température plus accusées qu'au large, à des apports continentaux influençant le chimisme de l'eau etc..)

On peut donc penser que, les coccolithes, guère sensibles aux variations de la situation géographique, montrent une uniformité remarquable sur le plan général, des variations secondaires se produisant surtout sur les aires marginales.

3) Lieu de fossilisation des coccolithes.

Le lieu de fossilisation des coccolithes est assujéti à deux hypothèses : fossilisation in situ ou fossilisation de transport.

Si l'on suppose que la répartition des nannofossiles est uniquement dépendante des conditions de dépôt des sédiments, c'est admettre que les coccolithes ont vécu là où ils se sont déposés et fossilisés.

Ce n'est pas toujours le cas, car pour les organismes planctoniques, des transports ont pu se produire après la mort des coccolithes et les apports de plancton venant du large sont d'autant plus vraisemblables que les apports détritiques venant du continent sont moins importants.

Il resterait aussi à déterminer si les apports planctoniques sont sélectifs et effectuent un tri parmi les espèces.

D'après cette étude, il ne nous est pas possible de discerner si les conditions de vie ont été différentes de celles du dépôt, et de connaître le rôle des transports.

III - ESSAI PALEO GEOGRAPHIQUE.

Dans ce paragraphe, nous avons tenté d'analyser ce qu'apporte la répartition des nannofossiles étudiés dans le Bassin de Paris d'une part et dans le Bassin d'Aquitaine d'autre part, à la paléogéographie de ces deux

grandes unités géographiques.

1) Bassin de Paris.

L'étude de la nannoflore du Bassin parisien, vaste région qui s'étend de la Touraine à l'Ouest, jusqu'à la Champagne à l'Est, n'a débuté qu'à l'Albien, puisqu'à l'Aptien, les dépôts sableux, littoraux, étaient sans doute trop agités pour permettre la vie des coccolithes.

A) ALBIEN.

A cette période, on sait que s'amorce une grande transgression qui va se poursuivre durant le Crétacé supérieur.

A l'Albien inférieur, les dépôts ne renferment aucun coccolithe : ils sont trop détritiques et terrigènes, ce sont les sables verts glauconieux de l'Aube et du Boulonnais, ou les argiles sableuses de la Haute Marne.

La mer, peu profonde, va s'étendre, recouvrir l'Aube, l'Yonne, la Haute Marne et le Boulonnais. Elle a déposé les argiles noirâtres dans l'Aube ou les argiles bleues du Gault, favorables à la conservation d'organismes pélagiques : Ammonites et nannofossiles. Ces derniers confirment :

- que des communications vers le Sud-Ouest de la France s'établissent avec le Bassin de Paris, les coccolithes d'Aquitaine étant semblables à ceux de l'Aube.

- que la mer albienne est largement ouverte vers l'Angleterre et l'Allemagne, comme en témoigne la nannoflore identique dans ces trois régions.

B) CENOMANIEN.

Dans l'Ouest et le Sud-Ouest du Bassin parisien (Touraine, région du Mans), les dépôts du Cénomanién, littoraux (sables, gaizes, marnes glauconieuses) ne renferment aucune nannoflore.

Vers le centre du Bassin, dans l'Yonne, la Normandie, le Boulonnais, la mer doit être plus ouverte et les conditions des dépôts crayeux conviennent très bien à la prolifération d'organismes pélagiques (Ammonites et nannofossiles). La répartition des nannofossiles dans le Bassin de Paris au Cénomanién montre que :

- vers le Nord, la mer cénomaniénne doit être largement ouverte et communiquer avec l'Ouest, au niveau de la Loire actuelle.

- vers le Sud-Est de la France, à travers la Bourgogne, des communications s'établissent puisque la mer véhicule dans le domaine alpin (coupe des

Lattes et des Mujouls dans les Alpes Maritimes), des Belemnites, des Foraminifères planctoniques, des coccolithes abondants et identiques à ceux de Normandie.

C) *TURONIEN*.

La présence de nannofossiles en Touraine à cette époque, semblables à ceux de Normandie ou de l'Yonne et d'Aquitaine, laisse supposer que la Touraine était occupée par une mer peu profonde, tempérée, dépendance Sud-Ouest de celle du Bassin de Paris, mise en communication avec l'Aquitaine par la basse Loire et le détroit du Poitou.

Au Turonien inférieur, les nannofossiles bien représentés devaient vivre dans des eaux relativement profondes, mais dans les niveaux supérieurs de l'étage, les dépôts de Touraine, plus détritiques, très pauvres en coccolithes indiquent une diminution du niveau de la mer avec une riche faune benthique.

En dehors de la Touraine, la base du Turonien du Bassin de Paris s'est déposé en Seine Maritime et dans l'Yonne à l'état de craie marneuse à Inoceramus labiatus où prolifèrent coccolithes, Nannoconus et Pithonelles, Radio-laires et spicules de Spongiaires et quelques Globotruncana dans les termes ultimes de l'étage. Cette riche microfaune caractérise des eaux plutôt chaudes d'une profondeur de quelques centaines de mètres et sans doute peu agitées.

D) *SENONIEN INFÉRIEUR*.⁽¹⁾

Les dépôts crayeux occupent le centre du Bassin de Paris au Coniacien, Santonien ; ils se sont déposés dans une mer qui semble plus ouverte vers la Champagne et la Normandie dans laquelle les nannofossiles sont légèrement plus abondants que dans la région de Sens (Yonne).

E) *CAMPANIEN*.

La répartition des nannofossiles permet d'affirmer que la mer campanienne recouvrait la région de Sens, l'Ile de France, la région de Rouen et la Champagne. Elle communiquait avec la Belgique, comme en témoigne la nannoflore des

(1) Le terme de Sénonien est employé dans le sens précis (Coniacien, Santonien, Campanien). Par suite, le Sénonien inférieur comprendra la Coniacien et le Santonien).

craies des environs d'Obourg et de Nouvelles. Le milieu devait être aéré et calme pour permettre la sédimentation de craies riches en coccolithes, Belemnites et Foraminifères pélagiques.

Les relations avec l'Aquitaine méridionale et le Bassin de Paris semblent réduites dès le Campanien supérieur puisqu'on observe certaines espèces de coccolithes endémiques, particulières à l'Aquitaine méridionale. Cette absence de communications va se poursuivre au Maëstrichtien où je n'ai pas rencontré de coccolithes de cet étage dans les dépôts du Bassin parisien : ce phénomène pose d'ailleurs, le problème de l'existence du Maëstrichtien dans le Bassin de Paris.

La mer du Campanien a-t-elle diminué de profondeur au point de conduire à l'émersion au Maëstrichtien, ou, y-a-t-il eu érosion avant le Tertiaire, des dépôts maëstrichtiens ?

Cependant, malgré certains coccolithes, du genre "Tetralithus", observés uniquement en Aquitaine, on note un certain nombre d'espèces communes à l'Aquitaine et aux craies des environs de Mons et de Maëstricht.

Des échanges se sont produits entre ce domaine nordique et la Mésogée, sans doute par le Bassin de Mons et le seuil du Poitou, ce qui laisse supposer que le Maëstrichtien se serait déposé dans un chenal étroit et aurait été érodé avant d'être recouvert par le Tertiaire.

2) Bassin d'Aquitaine.

Comme il a été spécifié dans le premier chapitre, on observe dans ce bassin, qui a fourni les types de plusieurs étages du Crétacé, un contraste dans la distribution de la nannoflore entre l'Aquitaine septentrionale et l'Aquitaine méridionale et occidentale. Essayons de reconstituer à l'aide des nannofossiles étudiés dans ces deux régions, certains caractères du milieu dans lequel vivaient les coccolithes.

Aquitaine septentrionale.

En Chalosse (Tercis, Audignon), dans les Landes (Roquefort), à l'Ile Madame, sur les bordures du bassin dans les Charentes, la nannoflore est pauvre et les individus parfois mal conservés.

Cette région correspond à un milieu de plateforme épicontinentale, condi-

tionnée par :

- des eaux peu profondes, où se développaient au Cénomarien, Turonien et Sénonien des associations benthiques, telles que des algues (Lithothamnées) des prairies de Spongiaires, des Bryozoaires, Inocérames et Foraminifères à test agglutinant.

- des eaux assez chaudes au Turonien dans lesquelles vivaient les Rudistes et les organismes récifaux à test épais.

- une certaine agitation qui a provoqué une usure et une fragmentation des organismes.

Ces caractères du milieu sont à l'origine de la rareté des coccolithes et des autres organismes pélagiques dans le Sénonien des Charentes. Cette rareté semble donc liée à de mauvaises conditions de vie et au manque d'apport du large.

Au Campanien, un changement s'effectue dans la partie nordique du Bassin, la nannoflore devient plus abondante et en même temps, quelques Globotruncanidés se mêlent aux Foraminifères benthiques : d'où l'idée, que les communications avec le large étaient plus faciles.

La similitude de la microfaune, de la nannoflore et des faciès dans les Charentes, au Nord de l'Adour, et dans les Landes, souligne l'unité de ce grand ensemble qu'est le Bassin d'Aquitaine septentrionale où régnaient les mêmes conditions de vie.

Aquitaine méridionale et occidentale.

A) *APTIEN.*

Durant l'Aptien inférieur (Bédoulien), les marnes noires pauvres en coccolithes ont dû se sédimenter dans un milieu calme et relativement peu aéré. La mer devait être peu profonde et recevoir des apports terrigènes fins et répétés.

L'Aptien supérieur (Gargasien), ne renferme pratiquement aucun nannofossil. Représenté par des calcaires à Toucasia et à Orbitoides, il doit correspondre à un milieu agité, de température élevée.

B) *ALBIEN.*

La mer est transgressive dès l'Albien, mais la rareté de la nannoflore

et de la microfaune doit indiquer un milieu réducteur, sans doute une sédimentation irrégulière dans une mer peu profonde avec quelques épisodes réciaux dont les Algues sont les témoins.

A l'Albien terminal se développaient les Spongiaires et une microfaune benthique dans des eaux sans doute peu profondes et par voie de conséquence, l'entrée de faune pélagique était très rare puisque l'on note la disparition des coccolithes. Cette absence de nannoflore prouve que les communications avec le large étaient inexistantes.

C) *CENOMANIEN*.

La sédimentation du flysch, graveleuse, sableuse, abrite une nannoflore peu abondante et témoigne d'un milieu néritique qui est le siège de faibles marées entraînant des apports sableux. Dès le sommet du Cénomanién, se déposaient des marnes calcaires assez riches en coccolithes et Rotalipores qui impliquent un nouveau régime marin plus profond et plus calme, où les apports terrigènes deviennent moins abondants.

D) *TURONIEN*.

Dans le Nord du pays flysch que j'ai plus particulièrement étudié, les faciès calcaires argileux à Radiolaires, Gumbélines renferment aussi une nannoflore caractéristique de l'étage, qui semble appartenir à un milieu franchement marin aux eaux assez calmes et ouvertes vers le large.

E) *SENONIEN INFÉRIEUR*.

Au Coniacien, la sédimentation se rapproche du type épicontinental. Les dépôts carbonatés assez limités et souvent bioclastiques abritent une microfaune benthique (Ostracodes, Mélobésiées, grands Foraminifères) et une nannoflore assez pauvre et souvent brisée, qui dénote un milieu de plateforme peu profonde, alimentée en éléments clastiques et agitée, donc peu favorable au développement des organismes pélagiques.

Au Santonien, dans la partie Nord du flysch, les sédiments semblent plus détritiques. Dans les environs de Lasseube, Nay, se déposent des calcaires zoogènes renfermant une microfaune pélagique et une nannoflore peu abondantes. Ces dépôts doivent correspondre à un biotope de mer chaude et agitée.

F) *CAMPANIEN*.

Au Nord du front pyrénéen, on note d'épaisses séries : les faciès sont

plus marneux qu'au Sénonien inférieur. Dans la séquence rythmique monotone du flysch, les Globotruncana sont abondants et les coccolithes nombreux. A cette époque, la mer troublée par aucune turbulence, ni courant côtier a dû s'approfondir. Les communications avec le large devaient être possibles de façon plus aisée que pendant le Sénonien inférieur, d'après la proportion plus élevée de coccolithes et de Globotruncana retrouvés dans les sédiments.

G) MAESTRICHTIEN.

Au début du Maestrichtien, on observe dans les dépôts rythmiques du flysch, des intercalations marneuses riches en coccolithes et Globotruncana. Ces dépôts occupent approximativement les mêmes surfaces que ceux du Campanien supérieur. Ils témoignent d'eaux calmes, d'une profondeur suffisante pour permettre la pénétration de formes pélagiques : les communications avec le large, établies au Campanien, se poursuivent.

Au Maestrichtien supérieur, se sont déposés les calcaires argileux de la formation des "marnes de Nay" dépourvus de sédiments détritiques. Ils renferment une nannoflore et microfaune pélagique abondante et bien conservée, démontrant que le milieu marin "océanique" devait offrir dans des eaux exemptes d'apports terrigènes, des conditions de vie (profondeur, température) convenant particulièrement aux organismes pélagiques.

A ce niveau, les communications avec le large, semblent atteindre leur point culminant.

Conclusions.

L'étude des nannofossiles des gisements du Bassin d'Aquitaine et du Bassin de Paris, a permis d'apporter quelques précisions concernant la paléogéographie de ces deux régions et a confirmé ce que nous avaient appris les autres organismes pélagiques tels que les Ammonites et les Foraminifères planctoniques.

3) Relations de la nannoflore entre le Bassin d'Aquitaine, le Bassin de Paris et d'autres pays.

A) A L'APTIEN.

Bien que nous ayons peu d'éléments de comparaison avec certains pays voisins, à cause des rares études réalisées dans ces niveaux, il semble que

la similitude des nannofossiles entre la France et l'Angleterre, confirme l'étendue de la mer aptienne du Bassin de Paris vers le Nord et sa communication avec le Sud de l'Angleterre.

B) A L'ALBIEN.

On note des coccolithes identiques en France, dans l'Aquitaine, le Bassin de Paris et le Sud-Est, et d'autre part, en Hollande, en Autriche et en Angleterre. Cette similitude de la nannoflore est la preuve qu'à cette époque, la mer communiquait largement avec le Nord et le Sud de la France et également, avec l'Angleterre et l'Allemagne.

C) AU CENOMANIEN.

Les nannofossiles recueillis en Aquitaine, dans le Bassin de Paris ou dans les Alpes maritimes, laissent supposer que des contacts se sont établis avec la Mésogée, les régions alpines et le Nord de l'Europe (Angleterre et Allemagne).

D) AU TURONIEN

Une identité des coccolithes entre l'Aquitaine, la Touraine, et le Nord du Bassin de Paris semble confirmer l'hypothèse du détroit poitevin. La présence d'espèces communes au Bassin de Paris et à l'Allemagne s'expliquerait par des relations effectuées par la Bourgogne, le Jura et le sillon alpin.

E) AU SENONIEN INFÉRIEUR.

Des échanges ont toujours dû avoir lieu avec la Mésogée, le Bassin de Paris et l'Europe du Nord, puisque les coccolithes reconnus sont communs à toutes ces régions, bien que leur fréquence subisse quelques variations.

F) AU CAMPANIEN.

On observe une similitude dans la distribution de la nannoflore du Bassin de Paris, du Bassin d'Aquitaine et celle de Belgique ou de Hollande. Les communications devaient s'effectuer avec le Nord par la région de Lille et avec l'Aquitaine, par un bras de mer qui contournait la Bretagne.

G) AU MAESTRICHTIEN.

Les communications avec l'Aquitaine semblent plus réduites, car il existe des espèces endémiques à l'Aquitaine (Tetralithus murus, Tetralithus quadratus). Cependant, en Hollande, au début du Maestrichtien, une connection a dû se produire avec l'Ouest et le Sud-Ouest de la France, par le Bassin de

Mons, puisqu'un bon nombre de coccolithes est commun à l'Aquitaine et à la Hollande.

L'étude des nannofossiles a pu montrer qu'à partir de l'Aptien, jusqu'à la fin des temps crétacés, des communications s'établissaient d'une part entre le Bassin de Paris et la Mésogée, et d'autre part entre le Bassin de Paris et le Nord de l'Europe.

BIBLIOGRAPHIE

- AGER D. V., 1963 . Principles of Paleoecology : Int. Ser. of Earth Science.
Mc Grow Hill Book 60, 371 p., 8 pl., 148 fig.
- BERNARD F., 1942 . Essai sur les facteurs de répartition des Flagellés calcaires : Ann. Inst. Océanogr. (Monaco), ser. 2, v. 21, p. 29-112.
- BERNARD F., 1952 . Rôle des flagellés dans la sédimentation actuelle en Méditerranée : XIX Congr. Geol. Int. Alger, v. 4, p. 11-23, 1 tabl., Topographie sous marine et sédimentation actuelle.
- BERNARD F., 1961 . La vie marine en grande profondeur : Bull. Soc. Zool. France, v. 85, p. 255-274, 8 fig.
- BERNARD F., 1967a . Contribution à l'étude du nanncoplancton de 0 à 3000 m, dans les zones atlantiques, lusitaniennes et maurétaniennes (Campagnes de la "Calypso", 1960 et du "Coriolis" 1964) : Pelagos fasc. 7, p. 3-81, 10 fig.
- BERNARD F., 1967b . Research on phytoplankton and pelagic Protozoa in the Mediterranean Sea from 1953 to 1966 : Oceanography Mar. Biology Ann. Rev. v. 5, p. 205-229.
- BERNARD F., & J. LECAL, 1960 . Plancton unicellulaire récolté dans l'Océan Indien par le "Charcot" (1950) et le "Norsel" (1955-56) : Bull. Inst. Oceanogr. (Monaco) 1166, p. 1-59.
- BRAARUD T., 1955 . Electron microscopy in oceanographic research : Deep-sea Res. , v. 3, p. 479-481, 2 pl., 12 text-fig.
- BRAARUD T., 1963 . Reproduction in the marine Coccolithophorid Coccolithus huxleyi in culture : Publ. Staz Napoli, ser. 33, v. 2, p. 110-116, 2 fig.

- BRAARUD T., K. GAARDER, J. MARKALI, & E. NORDLI, 1952 . Coccolithophorids Studies in the Electron Microscope . Observations on Coccolithus huxleyi and Syracosphaera carterae : Nytt. Mag. Bot., v. 1, p. 129-134, Oslo.
- BURSA A. S., 1965 . Discoasteromonas calciferus n. sp., an arctic relict secreting Discoaster Tan Sin Hock 1927 : Grana Palynologica v. 6, n° 1, p. 147-165, 4 pl., 21 fig.
- CITA M. B., 1970 . Observations sur quelques aspects paléoécologiques de sondages subocéaniques effectués dans l'Atlantique Nord. Revue micropaléontologie, v. 12, n° 4, p. 187-201.
- COHEN C. L. D., 1964 . Coccolithophorids from two Caribbean deep-sea cores : Micropaleontology, v. 10, p. 231-250, pl. 1-6.
- COHEN C. L. D., 1965 . Coccoliths and Discoasters from Adriatic bottom sediments : Leidsche Geol. Meded., v. 35, 44 p., 25 pl., 2 cartes.
- COHEN C. L. D., & REINHARDT, 1968 . Coccolithophorids from the Pleistocene Caribbean deep-sea core CP-28 : Neues Jahrb. Geol. Paläont., v. 131, p. 289-304, pl. 19-21, 8 fig.
- EDWARDS A. R., 1968a . The calcareous nannoplankton evidence for New Zealand Tertiary marine climate : Tuatara, v. 16, p. 26-31, 1 fig.
- EDWARDS A. R., 1968b . Marine climates in the Oamaru District during late Kaiatan to Early Whaingaroan time : Tuatara, v. 16, p. 75-79.
- ERICSON D. B., & WOLLIN GOESTA, 1968 . Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments : Science, v. 162, p. 1227-1234, 7 fig.
- GAARDER K. R., 1962 . Electron Microscope Studies on Holococcolithophorids : Nytt. Mag. Bot., v. 10, p. 35-51, 12 pl.
- GAARDER K. R., 1967a . Observations on the genus Ophiaster Gran (Coccolithinae) : Sarsia, v. 26, p. 183-192.
- GAARDER K. R., 1967b . Comments on the distribution of Coccolithophorids in the oceans : Symposium S. C. O. R. "Micropaleontology of Marine bottom Sediments" Cambridge. Sept. 1967.
- GAARDER K. R., & J. MARKALI, 1956 . On the Coccolithophorid Crystallolithus hyalinus n. gen. n. sp. : Nytt. Mag. Bot., v. 5, p. 1-5.

- HALLDAL P., & J. MARKALI, 1955 . Electron microscope studies on coccolithophorids from the Norwegian Sea, the Gulf Stream and the Mediterranean : Avh. Norske Vidensk. Akad. I. Mat. Nat. Kl. v. 1, p. 1-30.
- HASLE I., 1960 . Plankton coccolithophorids from the subantarctic and equatorial Pacific. Nytt. Mag. Bot., v. 8, p. 77-88.
- HECKER R. E., 1960 . Base de la paléoécologie (traduit du russe) : Ed. Technique, Paris, 98 p., 19 pl., 29 fig., 1 tabl.
- HULBURT E. M., 1968 . Phytoplankton observations in the western Caribbean Sea : Bull. Mar. Sci., v. 18, p. 388-399, 2 fig.
- JACQUES G., 1968 . Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). II Cycle des Flagellés nannoplanctoniques (juin 1965-juin 1967) : Vie et Milieu, ser. B Océanographie, v. 19, p. 17-33, 4 fig.
- LECAL (LECAL-SCHLAUDER) J., 1954 . Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes de Port-Vendres à Oran : Vie et Milieu suppl. v. 5, p. 13-95.
- LECAL (LECAL-SCHLAUDER) J., 1965 . Coccolithophoridés littoraux de Banyuls : Vie et Milieu, suppl., v. 16 (1B), p. 251-270.
- LECAL (LECAL-SCHLAUDER) J., 1967 . Le nannoplancton des côtes d'Israël : Hydrobiologia, v. 29 (3/4), p. 305-387.
- MAC INTYRE A. R., 1967 . The occurrence of coccoliths in Bottom sediments : Symposium S. C. O. R., "Micropaleontology of Marine Bottom Sediments". Cambridge Sept. 1967.
- MAC INTYRE A. R., & A. W. H. BE, 1966 . Coccolithophorids as ecology indicators in oceanic sediments : Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., v. 50, p. 3- 24.
- MAC INTYRE A. R., & A. W. H. BE, 1967 . Modern Coccolithophoridae of the Atlantic Ocean . I. Placoliths and cyrtoliths : Deep-sea Research v. 14, p. 561-567, pl. 1-12, 17 fig.
- MAC INTYRE A. R., & HOECKE, LOUISE, 1969 . Biogeography of modern Pacific Coccolithophoridae : J. Paleontology, v. 43, p. 893 (abstract).
- MANTON I., & LEEDALE, 1969 . Observations on the microanatomy of Coccolithus pelagicus and Cricosphaera, with special reference to the origin and nature of coccoliths and scales : J. Mar. Biol. Assoc. U. K., v. 49, p. 1-16, pl. 1-14.

- MANTON I., & M. PARKE, 1962 . Preliminary observations in scales and their mode of origine in Chrysochromulina polylepis sp. nov. : J. Mar. Biol. Assoc. U. K., p. 565-577.
- MOORE R. C., 1957 . Modern methods of paleoecology : Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 41, n° 8, p. 1775-1801, 14 fig.
- PAASCHE E., 1962 . Coccolith formation : Nature, v. 193, p. 1094-1095.
- PAASCHE E., 1968 . Biology and formation of Coccolithophorids : Ann. Rev. Microbiology, v. 22, p. 71-86.
- PARKE M., 1961 . Some remarks concerning the class Chrysophyceae : Brit. Phyc. Bull., v. 2, p. 47-55.
- PARKE M., & I. ADAMS, 1960 . The motile (Crystallolithus hyalinus Gaarder & Markali) and non-motile phases in the life history of Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller : J. Mar. Biol. Ass. U. K. v. 39, p. 263-274
- PARKE M., I. MANTON, & CLARKE, 1962 . Studies on marine flagellates : J. Mar. Biol. Ass. U. K., v. 42, p. 391-404.
- RAT P., 1968 . Sur le comportement du futur seuil de Bourgogne au Crétacé : Bull. S. G. F. (7), X, p. 393-402.
- RAT P., 1969 . Esprit et démarche de la paléogéographie. Exemples dans le Bassin Parisien : Bull. S. G. F., (7), t. 9, p. 5-12.
- SAITO T., & A. W. H. BE, 1967 . Paleontology of Deep-Sea deposits : Internat. Dict. Geophys., v. 2, p. 1143-1156, 10 fig.
- TERMIER H. & G., 1952 . Histoire géologique de la Biosphère : Masson et C° éd., Paris, 721 p.
- WATABE N., & K. M. WILBUR, 1966 . Effects of temperature on growth, calcification and coccolith form in Coccolithus huxleyi (Coccolithinae) : Limnol. Oceanography, v. 11, p. 567-575.
- WILBUR K. M., & N. WATABE, 1963 . Experimental studies on calcification in molluses and the alga Coccolithus huxleyi : Ann. N. Y. Acad. Sci., v. 109 (I), p. 82-112.

C H A P I T R E V

PALEONTOLOGIE SYSTEMATIQUE

I - PROBLEMES POSES PAR LA CLASSIFICATION DES COCCOLITHOPHORIDEES.

1) Difficultés de la classification.

Les récents progrès de la biologie ont apporté la preuve que les Coccolithophoridées sont des algues unicellulaires, c'est-à-dire que ce sont des végétaux primitifs, porteurs de chlorophylle et à nutrition autotrophe. Il est donc nécessaire de leur attribuer une classification botanique, bien que certains auteurs aient longtemps rangé les coccolithophoridés dans une nomenclature zoologique, puisqu'ils considéraient ces organismes comme des animaux flagellés.

Les travaux des biologistes T. BRAARUD, M. PARKE, et I. ADAMS, précisant les processus de reproduction chez les Coccolithophoridés ont montré que le mode le plus simple est la reproduction par division longitudinale à l'état mobile, sans perte de flagelles. Cette reproduction peut se produire aussi à l'état non mobile, les cellules perdant leurs flagelles.

Il a été aussi prouvé qu'il existait, soit des coques porteuses de deux sortes de plaques différentes, soit des formes côtières avec une phase non mobile et des formes pélagiques avec un stade de cyste calcifié, en suspension dans l'eau de mer. Ces différentes phases du cycle, découvertes individuellement sont, dans la littérature, attribuées à des genres différents alors qu'il s'agit en fait, de la même "coccosphère"!!

Il existe donc deux classifications : une pour les formes actuelles dont on connaît l'organisme entier, et l'autre, pour les formes fossiles presque toujours dissociées.

D'autre part, aucune classification phylogénique n'est possible actuellement ; en effet, le dimorphisme et le pléiomorphisme des Coccolithophoridés sont un obstacle à une telle classification.

De plus, il n'y a pas de relation entre les coccolithes fossiles et les actuels, car très peu d'espèces fossiles peuplent encore les mers actuelles ; en effet, les glaciations quaternaires ayant détruit la plupart des espèces tertiaires, les formes actuelles sont apparues par évolution brutale, remplaçant le grand vide qui s'était produit dans les océans.

La première classification complète des formes fossiles a été introduite par G. DEFLANDRE en 1952. C'était une parataxonomie d'ordre zoologique. Depuis une décade, l'intérêt suscité par les nannofossiles a eu pour conséquence plusieurs classifications, et de fréquents changements génériques qui déroutent les néophytes et allongent les listes synonymiques des espèces. Après les divers travaux réalisés en microscopie électronique, il est souhaitable qu'une révision des genres et des espèces s'effectue dans tous les niveaux pour faciliter la tâche des stratigraphes.

Les premiers auteurs ayant étudié les Coccolithophoridés fossiles en microscopie photonique, proposèrent des noms de genre correspondants à une morphologie artificielle des divers coccolithes. C'est ainsi que E. KAMPTNER dès 1946 et G. DEFLANDRE en 1952 classaient les différents genres en terme de :cyclotithe, discolithe, pentalithe, placolithe, rhabdolithe, stéphanolithe, etc ... dont certains sont actuellement conservés.

En microscopie photonique, l'examen des figures de polarisation procure certaines informations relatives à l'architecture des coccolithes, valables pour les déterminations spécifiques courantes. Par contre la microscopie électronique permet de distinguer l'ultrastructure qui retrace la forme et la disposition des cristaux de calcite constitutifs des coccolithes. Cette disposition est plus ou moins complexe suivant les espèces. Ces cristaux, sécrétés dans des vacuoles, appartiennent le plus souvent au système rhomboédrique. Cependant, la cellule vivante impose au cristal qu'elle sécrète, des formes très différentes suivant les individus.

2) Position adoptée en fonction des connaissances récemment acquises.

J'adopterai dans ce mémoire, une classification botanique. Les homonymies nécessaires, du fait de la dualité de nomenclature botanique ou zoologique utilisée par les divers auteurs, seront soulignées dans la liste raisonnée des espèces.

Ayant complété l'étude des coccolithes au microscope photonique, par l'observation au microscope à balayage sinon toujours du même individu, du moins d'un individu suffisamment ressemblant pour appartenir avec quelque certitude à la même espèce, j'ai suivi dans cette étude, une classification purement morphologique, basée, à la fois sur l'architecture des coccolithes et sur leur ultrastructure : les caractères de la couronne marginale primant sur ceux de l'aire centrale.

Cette classification s'appuie sur mes propres observations complétées par les récents travaux effectués au microscope électronique : BUKRY (1969-1970), HAY et autres (1969-1970) et NOEL (1970).

J'ai rarement rencontré des coccosphères et le fait de ne pouvoir examiner que des coccolithes isolés ne permet pas toujours une attribution générique sûre. J'ai appliqué aux formes observées, les principes linnéens de la nomenclature binominale, pour pouvoir les utiliser en stratigraphie. *Cette parataxonomie ne fait évidemment pas apparaître les relations phylogéniques entre les espèces qu'elle classe, elle demeure "hypothétique" car il semble bien difficile d'établir une classification morphologique lorsqu'on connaît les problèmes soulevés par la biologie du groupe.*

3) Problème de l'espèce.

Les espèces décrites dans la présente étude se rapportent à des holotypes. Elles sont donc "typologiques", ce qui a conduit, malheureusement, certains auteurs à la multiplication des morphoespèces ou morphotypes, qui ne sont que des variants d'une population présentant des particularités morphologiques par rapport à d'autres variants : les gradients morphologiques d'évolution seraient à rechercher et à mettre en évidence par des études appropriées de variabilité des populations.

La connaissance de la bioespèce chez les nannofossiles contribuerait peut-être aussi à déceler si la disparition ou l'apparition d'une espèce à un niveau donné, est due à un changement de faciès qui entraîne sa migration, ou au contraire est due à son extinction réelle.

II - CLASSIFICATION DES NANNOFOSSILES CALCAIRES CRETACES, ADOPTÉE DANS LA PRESENTE ETUDE.

Classe COCCOLITHOPHYCEAE Rothmaler 1951.

Famille ZYGODISCACEAE Hay & Mohler 1967.

Loxolithus NOEL 1965

Zygodiscus BRAMLETTE & SULLIVAN 1961.

Glaukolithus REINHARDT 1964.

Stauroolithites CARATINI 1963.

Tranolithus STOVER 1966.

Heliorthus BRONNIMANN & STRADNER 1960.

Parhabdolithus DEFLANDRE 1952.

Rhabdolithina REINHARDT 1967.

Reinhardtites ? PERCH NIELSEN 1968.

Famille EIFFELLITHACEAE Reinhardt 1965.

Eiffellithus REINHARDT 1965.

Chiastozygus GARTNER 1968.

Famille AHMUELLERACEAE Reinhardt 1965.

Ahmuellerella REINHARDT 1964.

Famille PODORHABDACEAE Noël 1965.

Cretarhabdus BRAMLETTE & MARTINI 1964.

Octopoderhabdus NOEL 1965.

Prediscosphaera VEKSHINA 1959.

Cribrosphaera ARKHANGELSKY 1912.

Nephrolithus GORKA 1957.

Famille ARKHANGELSKIELLACEAE Bukry 1969.

Arkhangelskiella VEKSHINA 1959.

Broinsonia BUKRY 1969.

Gatnerago BUKRY 1969.

Kamptnerius DEFLANDRE 1959

Famille STEPHANOLITHIONACEAE Black 1968.

Stephanolithion DEFLANDRE 1939.

Corollithion STRADNER 1961.

Cylindralithus BRAMLETTE & MARTINI 1964.

Famille COCCOLITHACEAE Kämtner 1928.

Discorhabdus NOEL 1965.

Biscutum BLACK 1959.

Watznaueria REINHARDT 1964.

Markalius BRAMLETTE & MARTINI 1964.

Sollasites BLACK 1967.

Chiasmolithus HAY & MOHLER 1967.

Cruciplacolithus HAY & MOHLER 1967.

Cyclococcolithus KÄMPTNER 1958.

Cricolithus KÄMPTNER 1958.

Famille PRINSIACEAE Hay & Mohler 1967.

Ericsonia BLACK 1964.

Famille THORACOSPHAERACEAE Deflandre 1952.

Thoracosphaera KÄMPTNER 1927.

Famille RHABDOSPHAERACEAE Lemmermann 1908.

Rhabdolithus KÄMPTNER ex DEFLANDRE 1952.

Famille CALCIOSOLENIACEAE Kämtner 1937.

Scapholithus DEFLANDRE 1954.

Famille BRAARUDOSPHAERACEAE Deflandre 1947.

Braarudosphaera DEFLANDRE 1947.

Micrantholithus DEFLANDRE 1950.

Biantholithus BRAMLETTE & MARTINI 1964.

Familles Incertae - Sedis.

Famille FASCICULITHACEAE Hay & Mohler 1967.

Fasciculithus BRAMLETTE & SULLIVAN 1961.

Famille MICRORHABDULACEAE Deflandre 1963.

Lithraphidites DEFLANDRE 1963.

Microrhabdulus DEFLANDRE 1959.

Microrhabdulinus DEFLANDRE 1963.

Rhabdophidites nov. gen.

Famille CERATOLITHACEAE Norris 1965.

Ceratolithoides BRAMLETTE & MARTINI 1964.

Famille NANNOCONACEAE Deflandre 1959.

Nannoconus KAMPTNER 1931.

Genres Incertae - Sedis.

Coccolithites KAMPTNER 1955.

Hayesites nov. gen.

Lithastrinus STRADNER 1962.

Lucianorhabdus DEFLANDRE 1959.

Marthasterites DEFLANDRE 1959.

Micula VEKSHINA 1959.

Rhomboaster BRAMLETTE & SULLIVAN 1961.

Rucinolithus STOVER 1966.

Tetralithus GARDET 1955.

Pithonella KAUFMANN 1966.

III - LISTE RAISONNEE DES ESPECES RENCONTREES DANS LE CRETACE FRANCAIS.

N.B. Dans les listes synonymiques, les changements génériques ne sont signalés qu'une seule fois, lors de la création par leur auteur ; ils ne sont donc pas répétés lorsque décrits de nouveau par d'autres auteurs. Quelques exceptions cependant, pour les descriptions faites en microscopie électronique et qui apportent des compléments utiles, relatifs à l'architecture.

Classe COCCOLITHOPHYCEAE ROHTMALER, 1951.

Famille des ZYGODISCACEAE HAY et MOHLER, 1967.

Genre LOXOLITHUS Noël, 1965.

Générotype : Loxolithus armilla (BLACK et BARNES) NOEL, 1965.

Loxolithus armilla NOEL.

Pl. 17, fig. 7-10.

1952 - Cyclolithus inflexus KAMPTNER ex DEFLANDRE, p. 111, fig. 50 (nomen nudum).

1959 - Cyclolithus armilla BLACK et BARNES, p. 327, pl. 12, fig. 2.

1965 - Loxolithus armilla, NOEL, p. 67, fig. 3.

1968 - Cyclolithella inflexa (KAMPTNER ex DEFLANDRE) STRADNER, p. 28, pl. 10.

L'électromicrographie pl. 17, fig. 8, montre ce coccolithe, simple anneau fait d'une seule série de lames de calcite, inclinées et chevauchantes. Entre nicols croisés, les bords des branches de la croix, nettement visibles, sont en arc de cercle.

- Taille : 6 à 8 μ .

- Répartition : commun dans tous mes gisements crétacés, plus particulièrement au Cénomanien et au Turonien.

Genre ZYGODISCUS Bramlette & Sullivan, 1961.

Générotype : Zygodiscus adamas BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961.

Zygodiscus acanthus (REINHARDT) REINHARDT.

Pl. 13, fig. 8-11.

1965 - Zeugrhabdotus acanthus REINHARDT, p. 37, pl. 3, fig. 1.

1966 - Zygodiscus acanthus (REINHARDT) REINHARDT, p. 40, pl. 15, fig. 5.

Je conserve le terme créé par REINHARDT en 1965, pour ces coccolithes elliptiques, dont la marge, sur la face distale, est constituée de deux cycles d'éléments imbriqués, dextrogyres ou inclinés dans le sens des aiguilles d'une montre. L'électromicrographie (fig. 11) révèle bien ces éléments sur la face distale.

- Taille : L. 8 à 9 μ ; l. 6 à 7 μ .

- Répartition : je n'ai observé cette espèce qu'au Maestrichtien.

Elle semble avoir été rencontrée par REINHARDT à l'Albien et au Turonien. BUKRY et PERCH-NIELSEN la signalent dans des formations maestrichtiennes.

Zygodiscus bussoni (NOEL) nov. comb.

Pl. 29, fig. 4, 15, 16 ; Pl. 13, fig. 1.

1956 - Zygo~~lithus~~ bussoni NOEL, p. 321, pl. 2, fig. 13, 14.

1957 - Zygo~~lithus~~ fibul~~us~~ (LECAL-SCHLAUDER) GORKA, p.242, pl. 1, fig.4.

1959 - Zygo~~lithus~~ repali MANIVIT, p. 541, pl. 1, fig.2.

1961 - Zygo~~lithus~~ sigm~~oides~~ BRAMLETTE & SULLIVAN, p.303, pl. 4, fig. 4-5.

LOEBLICH & TAPPAN en 1966, (p.88) ont donné l'explication de l'invalidité de "Zygo~~lithus~~ erectus", espèce type (décrite pour la première fois par G. DEFLANDRE, en 1952, p.461) du genre Zygo~~lithus~~, établi par KAMPTNER en 1949, p.78.

Mais en 1967, p. 143, BLACK retrace l'historique du genre Zygo~~lithus~~ et affirme que le nom "Neococcolithites" a priorité avec pour espèce type, Neococcolithites dubius, espèce du Tertiaire. Donc, actuellement, pour les formes crétacées, je pense qu'il est préférable d'adopter la position de BUKRY & BRAMLETTE qui, en 1969b, p.373, ont créé pour l'espèce type Zygo~~lithus~~ erectus DEFLANDRE 1954, la combinaison "Zygodiscus erectus".

L'espèce "erectus" ayant été rattachée par NOEL 1965, p.62 au genre Zygo~~lithus~~ (KAMPTNER) emend., avec pour espèce type Zygo~~lithus~~ bussoni NOEL p. 58, il convient donc d'attribuer au genre Zygodiscus, l'espèce bussoni (NOEL) nov. comb..

Sur la figure 4, planche 29, on distingue les lames de calcite chevauchantes et l'arceau légèrement proéminent, constitué par l'empilement de petits cristaux.

- Taille : L. 5 à 7 µ.

- Répartition stratigraphique : du Kimméridgien au Maestrichtien inclus, remanié au Tertiaire.

Zygodiscus erectus (DEFLANDRE) nov. comb.

Pl. 29, fig. 1, 3, 5-8.

1954 - Zygo~~lithus~~ erectus DEFLANDRE, p. 60, pl. 15, fig. 14-17.

1965 - Zygo~~lithus~~ erectus NOEL, p.62, fig.2, pl.1, fig. 3-4.

1969b - Zygodiscus erectus BUKRY & BRAMLETTE, p. 373.

Sur les électromicrographies (4, 5 et 8 de la planche 29), on observe une couronne faite d'une vingtaine de lames chevauchantes et largement recouvrantes ; l'arceau médian est constitué par l'empilement concentrique de microcristaux qui forment un bouton. Je rapporte ce coccolithe au genre Zygodiscus du fait de l'invalidité du genre Zygo~~lithus~~, dans la classification botanique, et, d'autre part, parce que la définition du genre Zygodiscus correspond à la structure de ce coccolithe.

BUKRY et BRAMLETTE (1969b), n'ayant pas donné de figuration, leur combinaison devient invalide.

Les électromicrographies que j'ai donné de cette espèce (Pl. 29), permettent de valider la nouvelle combinaison "Zygodiscus erectus" (I.C.B. N. Art. 33, par. h).

- Taille : Elle varie parfois et semble plus faible au Néocomien (3 à 4 μ de long) alors qu'à l'Albien, où elle est très fréquente, elle peut atteindre 6 à 8 μ .

- Répartition : cette espèce connue dès l'Oxfordien, fréquente au Crétacé inférieur, semble disparaître au Turonien.

Zygodiscus ponticulus (DEFLANDRE) REINHARDT.

Pl. 18, fig. 13-14.

1954 - Discolithus ponticulus DEFLANDRE, p. 144, pl. 13, fig. 18, 19, text-fig. 32, 54.

1965 - Zygo~~lithus~~ ponticulus (DEFLANDRE) MANIVIT, p. 191, pl. 2, fig. 1.

1967 - Zygodiscus ponticulus (DEFLANDRE) REINHARDT, p. 40, pl. 10, fig. 3.

Je rapporte à Zygodiscus ponticulus, le coccolithe décrit par DEFLANDRE comme un discolithe et que j'ai figuré en 1965 sous la combinaison "Zygo~~lithus~~ ponticulus" (DEFLANDRE). BUKRY a mis cette combinaison en synonymie avec Zygodiscus deflandrei ; n'ayant pu observer ce Zygodiscus au microscope électronique, je conserve l'attribut spécifique "ponticulus", bien que certains individus correspondent peut-être à Z. deflandrei.

- Taille : 10 μ environ.

- Répartition : cette espèce semble apparaître au Cénomanién moyen, pour s'éteindre au Maestrichtien : elle n'est jamais abondante.

Zygodiscus?pseudanthophorus BRAMLETTE & MARTINI.

Pl. 29, fig. 9-12 ; Pl. 26, fig. 8, 9.

1964 - Zygodiscus?pseudanthophorus BRAMLETTE & MARTINI, p.303, pl. 3, fig. 17 ; pl. 4, fig. 17-18.

Ce coccolithe rapporté au genre Zygodiscus, montre une embase elliptique munie d'une barre transversale qui supporte une hampe longue, traversée d'un canal axial, et dont la structure hélicoïdale ressemble à Cretarhabdus anthophorus.

- Taille : diamètre de l'embase 12 μ hauteur 17 à 20 μ .

- Répartition : limité au Maestrichtien où il est assez rare.

Zygodiscus sigmoides BRAMLETTE & SULLIVAN.

Pl. 26, fig. 19-23.

1961 - Zygodiscus sigmoides BRAMLETTE & SULLIVAN, p.149, pl. 4, fig. 11a-e.

1967 - HAY & MOHLER, p. 1532, pl. 199, fig. 12-14.

L'aire centrale de ce coccolithe est occupée par une barre en forme de "S", et porte en son centre un bouton. Les individus représentés pl. 26, se rapportent bien à la description de l'holotype et aux figurations de HAY & MOHLER.

- Taille : L. 8 à 10 μ .

- Répartition : il est commun dans mes échantillons d'Aquitaine au Danien.

Zygodiscus spiralis BRAMLETTE & MARTINI.

Pl. 29, fig. 13, 14.

1964 - Zygodiscus spiralis BRAMLETTE & MARTINI, p. 303, pl. 4, fig. 6-8.

Ce coccolithe qui a une aire centrale réduite, est très reconnaissable entre nicols croisés car il montre une figure de polarisation en forme de spirale.

- Taille : 7 à 8 μ .

- Répartition : rare au Maestrichtien, présent au Danien.

Genre GLAUKOLITHUS Reinhardt, 1964.

Générottype : Glaukolithus diplogrammus (DEFLANDRE) REINHARDT, 1964.

Glaukolithus diplogrammus (DEFLANDRE) REINHARDT

Pl. 13, fig. 2-7, 12-14.

1954 - Zygolithus diplogrammus DEFLANDRE, p. 148, pl. 10, fig. 7, text-fig. 57.

1959 - Zygolithus laffittei MANIVIT, p. 13, pl. 1, fig. 5.

1964 - Glaukolithus fibuliformis REINHARDT, p. 758, pl. 1, fig. 4.

1966 - Glaukolithus diplogrammus (DEFLANDRE) REINHARDT, p. 40, text-fig. 15 a, b.

1966 - Zygolithus xenotus STOVER, p. 149, pl. 4, fig. 16-17.

1966 - Discolithus bicrescentius STOVER, p. 142, pl. 4, fig. 26-27.

Les examens au microscope optique et surtout au microscope à balayage, m'ont permis de classer cette forme comme l'a fait REINHARDT (1964). La diagnose et les figures qu'il donne en 1966, p. 41, pl. 15, fig. 6 et pl. 23, fig. 24-25, rejoignent la description parfaite fournie par PERCH-NIELSEN en 1968, p. 31-32. La vue de profil montre nettement qu'il existe une seconde couronne d'éléments internes, caractère qui éloigne cette espèce, du genre Zygolithus (KAMPTNER) de NOEL, 1965.

- Taille : L. 6 à 12 μ ; l. 3 à 4 μ .

- Répartition stratigraphique. C'est une espèce connue depuis le Crétacé inférieur (Valanginien) jusqu'au Maestrichtien, et remaniée au Tertiaire.

Genre STAUROLITHITES Caratini, 1963.

Générotype : Staurolithites laffittei CARATINI, 1963

Staurolithites bochothnicae (GORKA) REINHARDT

Pl. 27, fig. 1-5, 12, 13.

1957 - Discolithus bochothnicae GORKA, p. 250 et 273, pl. 2 fig. 15.

1965 - Staurolithites bochothnicae (GORKA) REINHARDT, p. 39, pl. 3, fig. 3

1968 - Vekshinella imbricata GARTNER, p. 30, pl. 9, fig. 16-17; pl. 13, fig. 8-9.

1969 - Vagalapilla inbricata (GARTNER) BUKRY, p. 57, pl. 33, fig. 1-2.

Coccolithe, dont les branches de la croix disposées dans le sens des axes de l'ellipse, sont composées de nombreux éléments de calcite, alignés suivant la plus grande dimension ; l'électromicrographie de la face proximale, révèle une couronne marginale à deux cycles d'éléments imbriqués et fortement inclinés.

- Taille : L. 12 à 13 μ ; l. 9 à 10 μ .

- Répartition. Cette espèce observée au Campanien et Maestrichtien, n'est jamais très fréquente ; on la distingue plus facilement en microscopie électronique.

Staurolithites crux (DEFLANDRE & FERT) CARATINI

Pl. 18, fig. 15, 16 ; Pl. 27, fig. 6-8, 10, 11, 14.

1954 - Discolithus crux DEFLANDRE & FERT, p. 143, pl. 14, fig. 4, text-fig. 55.

1963 - Zygolithus crux (DEFLANDRE & FERT) BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 149, pl. 6, fig. 8-10.

1963 - Staurolithites crux (DEFLANDRE & FERT) CARATINI, p. 25.

1965 - Staurolithites cruciatus (NOEL) REINHARDT, p. 39, pl. 3, fig. 5.

1968 - Vekshinella elliptica GARTNER, p. 30, pl. 17, fig. 5.

1969 - Vagalapilla elliptica (GARTNER) BUKRY, p. 57, pl. 32, fig. 9-12.

J'ai conservé le terme créé par CARATINI pour certains coccolithes elliptiques dont les branches de la croix situées toujours dans le même plan que le reste du coccolithe, délimitent un espace central. Aucun départ de hampe ne semble visible.

Le disque basal elliptique est constitué d'un seul cycle d'éléments imbriqués et inclinés dans le sens des aiguilles d'une montre. L'espace délimité par les branches de la croix est important. A l'intersection de ces barres, en vue distale, on observe le plus souvent, un bouton.

- Taille : L. 5 à 8 μ ; l. 4 à 6 μ .

- Répartition. Cette forme commune au Crétacé inférieur, Aptien, Albien semble s'éteindre au Santonien. Elle a été décrite dans tout le Crétacé.

Staurolithites cf dentatus (BUKRY) nov. comb.

Pl. 27, fig. 9.

1969 - Vagalapilla dentata BUKRY, p. 57, pl. 32, fig. 1-3.

L'électromicrographie que je donne (pl. 27, fig. 9) semble correspondre à celle que BUKRY a fournie pour illustrer la description de l'espèce qu'il rattache au genre Vagalapilla.

Je n'ai pu observer cette espèce que dans le Campanien supérieur d'Aquitaine ; son identification nécessite l'examen en microscopie électronique.

Staurolithites matalosus (STOVER) ČEPEK & HAY

Pl. 24, fig. 6-10

1966 - Coccolithus matalosus STOVER, p. 139, pl. 2, fig. 1, 2 ; pl. 8, fig. 10.

1969 - Staurolithites matalosus ČEPEK & HAY, p. 326, fig. 2-4.

Je suis de l'avis de ČEPEK & HAY, qui ont rattaché l'espèce décrite par STOVER, au genre Staurolithites, dont la définition semble bien correspondre à la structure de ce taxon.

- Taille : L. 7 à 11 μ ; l. 6 à 9 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dans mon matériel à l'Albien supérieur ; elle est assez commune au Cénomaniens et semble s'éteindre au Turonien inférieur.

STOVER l'a décrite comme présente de l'Aptien au Cénomaniens inférieur.

Staurolithites orbiculofenestrus (GARTNER) ČEPEK et HAY

Pl. 21, fig. 1-2, 9-12.

1965 - Ahmoellerella dietzmanni REINHARDT, p. 30, pl. 1, fig. 1, text-fig. 1.

1965 - Zygolithus caelatus KAMPTNER 1956 de MANIVIT, p. 190, pl. 2, fig. 15a-b.

1966 - Cretarhabdus dietzmanni (REINHARDT) REINHARDT, p. 27, pl. 22, fig. 1.

1968 - Frediscosphaera ? orbiculofenestra GARTNER, p. 21, pl. 25, fig. 23-25.

1969 - Staurolithites orbiculofenestrus (GARTNER) ČEPEK et HAY, p. 125.

Coccolithe dont la bordure striée, étroite, est composée d'éléments rectangulaires ayant une légère imbrication dextre. Aire centrale, large, percée de quatre perforations circulaires, orientées symétriquement par rapport aux bissectrices des quadrants de l'ellipse. Les petits éléments de calcite de l'aire centrale, se réunissent au centre pour former une hampe robuste traversée d'un canal médian.

- Taille : L. 10 μ ; l. 8 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît au Vraconien, commune au Cénomaniens, elle s'éteint au Turonien supérieur.

Genre *TRANOLITHUS* Stover, 1966.

Générotype : *Tranolithus manifestus* STOVER, 1966.

Tranolithus exiguus STOVER

Pl. 26, fig. 10-12, 18.

1966 - *Tranolithus exiguus* STOVER, p. 146, pl. 4, fig. 19-21 ; pl. 9, fig. 3-4.

1968 - *Zygotholithus exiguus* (STOVER), MANIVIT, p. 279, pl. 1, fig. 11.

Ce coccolithe se distingue assez facilement par son aire centrale, occupée par quatre pièces triangulaires seulement soudées sur la couronne externe ; ces plaquettes ne se rejoignent pas au centre, et délimitent un vide important. Des cristaux de calcite secondaire se surajoutent parfois masquant les contours et remplissant le centre du coccolithe . L'électromicrographie (fig. 18) révèle le profil de cette espèce.

- Taille : L. 8 à 11 μ ; l. 6 à 8 μ .

- Répartition. Cette forme apparaît à l'Albien supérieur, devient abondante au Turonien, puis sa fréquence diminue ensuite pour s'éteindre au Maestrichtien inférieur.

Tranolithus orianotus (REINHARDT) REINHARDT

Pl. 26, fig. 13-17.

1966a- *Discolithus orionatus* REINHARDT, p. 42, pl. 23, fig. 22, 31, 33.

1966 - *Tranolithus phacelosus* STOVER, p. 146, pl. 4, fig. 23-25.

1966b- *Tranolithus orionatus* (REINHARDT) REINHARDT, p. 522.

1968 - *Zygotholithus phacelosus* (STOVER) MANIVIT, p. 280, pl. 1, fig. 12.a-b.

1969 - *Zygodiscus phacelosus* (STOVER) BUKRY, p. 60, pl. 35, fig. 12.

L'électromicrographie de la face distale (Fig. 13) montre une couronne marginale constituée de lamelles de calcite chevauchantes et inclinées par rapport aux plans radiaux du coccolithe. Aire centrale presque entièrement occupée par quatre pièces larges qui sont une différenciation de la couronne marginale, et situées à peu près dans la direction des bissectrices des quadrants de l'ellipse.

- Taille : L. 7 à 9 μ ; l. 4 à 6 μ .

- Répartition. Ce coccolithe apparaît à l'Albien supérieur, il est

abondant au Turonien, puis présent jusqu'au Maestrichtien supérieur.

Genre HELIORTHUS Brönnimann & Stradner, 1960

Générotype : Heliorthus fallax BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960.

Heliorthus concinnus (MARTINI) HAY & MOHLER

Pl. 12, fig. 16-18.

1961 - Zygolithus concinnus MARTINI, p. 18, pl. 3, fig. 35 ; pl. 5, fig. 54.

1961 - Zygolithus chiastus BRAMLETTE & SULLIVAN, 149, pl. 6, fig. 13.

1967 - Heliorthus concinnus (MARTINI) HAY & MOHLER, p. 1533, pl. 199, fig. 16-18 ; pl. 201, fig. 6, 7, 10.

Ce coccolithe elliptique est facilement identifiable en nicols croisés. L'ouverture centrale est traversée par deux barres en forme de "X", de part et d'autre de l'ellipse.

- Taille : longueur 7 à 8 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dans mes gisements dans la zone à Cruciplacolithus tenuis qui représente une partie du Danien ; elle a été décrite dans le Paléocène de Californie.

Genre PARHABDOLITHUS Deflandre, 1952.

Générotype : Parhabdolithus liasicus DEFLANDRE 1952.

Parhabdolithus angustus (STRADNER) BUKRY

Pl 19, fig. 1-3.

1963 - Rhabdolithus angustus STRADNER, p. 178, pl. 5, fig. 6, 6a.

1966 - Parhabdolithus elongatus STOVER, p. 144, pl. 6, fig. 16-19 ; pl. 9 fig. 18.

1966 - Amnuellerella angusta (STRADNER) REINHARDT, p. 25, pl. 22, fig. 9-12.

1969 - Parhabdolithus angustus (STRADNER) BUKRY, p. 53, pl. 29, fig. 8-11.

L'embase observée en microscopie optique se reconnaît aisément, elle montre une aire centrale réduite, occupée par quelques éléments polygonaux qui parfois ont disparu, car trop fragiles ; par contre, le rattachement du départ de la hampe à la marge est généralement visible. La figure 4 (disposée dans le

sens transversal pour des raisons pratiques) révèle bien la structure d'un parhabdolithe avec une paroi massive en forme de cuvette profonde, composée de lamelles de calcite inclinées radialement. Hampe, constituée de cristaux rhomboédriques disposés en escaliers autour du canal médian.

- Taille : L. 9-10 μ ; l. 4-5 μ .

- Répartition : STRADNER a décrit cette espèce comme un rhabdoli-
the dans l'Albien supérieur d'Allemagne, elle a été aussi retrouvée à l'Al-
bien par REINHARDT et STOVER.

BUKRY l'observe en Amérique au Coniacien.

Dans mes échantillons, Parhabdolithus angustus apparaît pour la pre-
mière fois au Gargasien et caractérise par sa première apparition et sa fré-
quence, à ce niveau, une biozone qui porte le nom de ce taxon ; je l'ai re-
trouvé en France, jusqu'au Turonien supérieur.

Parhabdolithus asper (STRADNER) nov. comb.

Pl. 23, fig. 4-7.

1963 - Discolithus asper STRADNER, p. 177, pl. 2, fig. 4, 4a, 5, 5a.

1966 - Discolithus vagus STOVER, p. 144, pl. 3, fig. 10-11 ; pl. 8, fig. 20.

1966 - Rhagodiscus asper (STRADNER) REINHARDT, p. 161 ; STRADNER, 1968, p. 33,
pl. 24, fig. 1-4.

1969 - Parhabdolithus granulatus (STOVER) BUKRY, p. 53, pl. 30, fig. 4-7.

J'ai rattaché l'embase de cette forme au genre Parhabdolithus. Le
départ de la hampe est visible, ainsi que les granulations de l'aire centra-
le plus large que celle de Parhabdolithus angustus.

Les figures 6 et 7 de ma planche 23, correspondent assez bien aux
électromicrographies de STRADNER figurées dans sa planche 24 ; cependant, cet
auteur n'a pas tenu compte de la présence d'une hampe et de l'épaisseur de la
bordure de l'embase qui n'est que la paroi profonde d'un parhabdolithe, faite
de lamelles de calcite inclinées.

- Taille : diamètre de l'embase, 8 à 10 μ .

- Répartition. Cette espèce a été décrite à l'Hauterivien par
STRADNER. STOVER la mentionne comme présente du Néocomien au Turonien.

Dans mes échantillons, elle est surtout fréquente au Bédoulien et à l'Albien ; elle semble apparaître au Bédoulien et se poursuit plus rare jusqu'au Turonien supérieur.

Parhabdolithus embergeri (NOEL) STRADNER

Pl. 20, fig. 1-6.

1958 - Discolithus embergeri NOEL, p. 164, pl. 1, fig. 5-8 ; STRADNER, 1961 p. 80, fig. 20-24 ; STOVER, 1966, p. 142, pl. 2, fig. 13.

1963 - Parhabdolithus embergeri (NOEL) STRADNER, p. 13, pl. 4, fig. 1-1b ; BUKKÉ, 1969, p. 373, pl. 3, fig. F.

Les différents clichés que j'ai pu observer, se rapportant à cette forme depuis le Crétacé basal, m'ont permis de me rallier à la combinaison que STRADNER a établie en 1963, pour le discolithe décrit par NOEL en 1958.

Ce coccolithe, examiné en milieu temporaire, révèle nettement la forme d'un parhabdolithe avec une embase elliptique profonde, massive et un bâtonnet central perforé.

- Taille : 1. 12-18 μ ; 1. 9-12 μ .

- Répartition. Espèce présente depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Maestrichtien.

Genre RHABDOLITHINA Reinhardt, 1967.

Généotype : Rhabdolithina splendens (DEFLANDRE) REINHARDT, 1967.

Rhabdolithina splendens (DEFLANDRE) REINHARDT

Pl. 19, fig. 5-7, 9, 11, 12.

1954 - Rhabdolithus splendens DEFLANDRE, p. 158, pl. 13, fig. 1-3, text-fig. 88-89.

1964 - Cretarhabdolus splendens (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI, p. 300, pl. 3, fig. 13-16.

1965 - Rhabdosphaera BLACK, p. 132, fig. 8.

1966 - Parhabdolithus granulatus STOVER, p. 144, pl. 6, fig. 11-15.

1967 - Rhabdolithina splendens (DEFLANDRE) REINHARDT, p. 167 ; STRADNER, 1968, p. 32, pl. 21-23.

1968 - Rhabdolithina sp. BLACK, p. 804, pl. 148, fig. 6 et 9.

1969 - Parhabdolithus splendens (DEFLANDRE) NOEL, p. 476, pl. 1, fig. 1, 4, 7.

La structure de cette espèce nécessite un examen détaillé en microscopie électronique, cependant les figures données par DEFLANDRE en 1959 (pl. 1, fig. 21-22) illustrent nettement la structure particulière de ce coccolithe dont la couronne marginale épaisse est striée. La hampe large, canelée montre une terminaison pétaloïde. Elle est constituée de cristaux s'engrenant les uns dans les autres et offre en lumière polarisée, un comportement très particulier. Les figures que je donne de la face proximale (8 et 10) s'accordent bien avec celles de BLACK 1968 (pl. 148, fig. 6 et 9).

Je pense, que le terme "Rhabdolithina", créé par REINHARDT, est à conserver. Certains individus du Campanien doivent être rapprochés de Parhabdolithus bispiralis, NOEL, 1970.

- Taille : embase L. 8-10 μ ; l. 5-7 μ .

- Répartition . Espèce commune du Néocomien au Maestrichtien.

Genre REINHARDITES Perch Nielsen, 1968.

Générotipe : Rhabdolithus anthophorus DEFLANDRE, 1959.

Reinhardtites ? anthophorus (DEFLANDRE) PERCH NIELSEN

Pl. 20, fig. 9, 10, 12-14.

1959 - Rhabdolithus anthophorus DEFLANDRE, p. 137, pl. 1, fig. 21-22.

1964 - Cretarhabdus ? anthophorus (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI, p. 299, pl. 3, fig. 1-4.

1966 - Discolithus polonicus GORKA de REINHARDT, p. 45, 53, 54.

1966 - Discolithus cryptochondrus STOVER, p. 142, pl. 2, 8, 9, fig. 13 (pl.8).

1967 - Rhagodiscus cryptochondrus (STOVER) REINHARDT, p. 167, fig. 6, 9.

1967 - Rhabdolithina anthophora (DEFLANDRE) REINHARDT, p. 167.

1968 - Reinhardtites anthophorus (DEFLANDRE) PERCH NIELSEN, p. 38, fig. 13-14, pl. 5, fig. 1-8.

1968 - Chiastozygus anthophorus (DEFLANDRE) GARTNER, p. 27, pl. 11, fig. 5, 6 ; pl. 15, fig. 5-7.

Je conserve provisoirement la combinaison que PERCH-NIELSEN a créée en 1968 pour ce rhabdolith, qui possède certaines affinités avec les genres Rhabdolithina, Zygodiscus et Cretarhabdus. La structure de la hampe est caractéristique.

- Taille : embase, L. 11-13 μ , l. 2-10 μ .

- Répartition. Cette espèce a été observée par STRADNER, BRAMLETTE & MAKILNI, au Campanien, elle apparaît dans mes sédiments au Campanien inférieur, dans la zone à Arkhangelskieila specillata et se prolonge jusqu'au Maestrichtien.

Famille EIFFELLITHACEAE REINHARDT, 1965

Genre EIFFELLITHUS Reinhardt, 1965.

Générotype : Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE) REINHARDT, 1965.

Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE) REINHARDT

Pl. 11, fig. 1-4, 12, 13.

1954 - Zygodiscus turriseiffeli DEFLANDRE, p. 149, pl. 13, fig. 15, 16, text-fig. 65.

1959 - Rhabdosphaera elliptica VEKSHINA, p. 74, pl. 1, fig. 10 ; pl. 2, fig. 14a, b.

1959 - Zygnabolithus turriseiffeli (DEFLANDRE) DEFLANDRE p. 135.

1963 - Rhabdolithus turriseiffeli (DEFLANDRE) STRADNER, p. 180, pl. 5, fig. 9, 9a.

1965 - Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE) REINHARDT, p. 32.

1966 - Clanorhabdus turriseiffeli (DEFLANDRE) STOVER, p. 138, pl. 3, fig. 9.

Je ne reviendrai pas sur la diagnose que DEFLANDRE a donné de cette espèce en microscopie optique en 1954, complétée en 1959 ; REINHARDT, en 1965, a fourni une description de son ultrastructure très caractéristique.

Il semble, qu'il existe certaines variations dans les populations de Eiffellithus turriseiffeli suivant l'angle que fait l'intersection des deux branches légèrement asymétriques. Dans mes préparations, les individus sont souvent brisés et on observe isolement, les hampes et les embases, ces

dernières semblent très fréquentes au Cénomanién et au Turonién, pouvant représenter jusqu'à 60% environ, de l'ensemble des coccolithes d'une préparation.

- Taille : L. 9 à 12 μ ; l. 8 à 9 μ .

- Répartition : présente depuis le Néocomien jusqu'au Maestrichtien.

Eiffellithus eximius (STOVER) PERCH-NIELSEN.

Pl. 11, fig. 10, 11.

1966 - Clinorhabdus eximius STOVER, p. 138, pl. 2, fig. 15 ; pl. 8, fig. 15.

1968 - Eiffellithus eximius (STOVER) PERCH-NIELSEN, p. 30, pl. 3, fig. 8-10.

La couronne externe de ce coccolithe est étroite, le centre de l'embase est occupé par une pièce losangique axiale dont les extrémités pointent à travers huit plaques triangulaires de l'aire centrale.

- Taille : L. 10 à 12 μ ; l. 7 à 9 μ .

- Répartition. Cette espèce est décrite par STOVER, du Turonién au Campanien ; elle est présente dans mes échantillons de Cénomanién supérieur au Maestrichtien moyen.

Eiffellithus anceps (GORKA) REINHARDT & GORKA

Pl. 11, fig. 7-9.

1957 - Discolithus anceps GORKA, p. 252, 275, pl. 3, fig. 4.

1966 - Eiffellithus turris-eiffeli inturratus REINHARDT, p. 38, pl. 8, fig. 2.

1966 - Discolithus fessus STOVER, p. 142, pl. 2, fig. 17-21 et pl. 8, fig. 16.

1967 - Eiffellithus anceps (GORKA) REINHARDT & GORKA, p. 251, pl. 31, fig. 15-16.

1970 - Helicolithus anceps (GORKA) NOEL, p. 41, pl. 8, fig. 1 ; pl. 9, fig. 1-2.

Coccolithe elliptique dont la marge étroite est constituée d'éléments imbriqués ; elle est doublée intérieurement d'un deuxième cycle d'éléments rectangulaires au nombre de huit environ ; le centre est occupé par deux barres

qui se croisent suivant la diagonale : chacune des barres a une orientation optique propre, et, est composée de deux pièces de même taille, délimitant un rectangle avec un pore central.

- Taille : 7 à 10 μ .

- Répartition. Existe dans mes échantillons en fréquence assez rare, du Coniacien au Maestrichtien supérieur ; décrite du Turonien supérieur au Maestrichtien supérieur.

Genre CHIASTOZYGUS Gartner, 1968.

Générotype : Zygodiscus ? amphipons BRAMLETTE & MARTINI, 1964.

Chiastozygus amphipons (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER

Pl. 4, fig. 6-9.

1964 - Zygodiscus ? amphipons BRAMLETTE & MARTINI, p. 302, pl. 4, fig. 9-10.

1968 - Chiastozygus amphipons (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER, p. 26, pl. 8, fig. 11-14 ; pl. 22, fig. 10-11.

Ce coccolithe dont les branches de la croix sont disposées à 45° de l'axe de l'ellipse, est facilement reconnaissable ; à l'intersection de la croix, on note parfois le départ d'une hampe circulaire.

- Taille : L. 9 à 11 μ ; l. 8 à 9 μ .

- Répartition. Espèce décrite dans le Maestrichtien d'Amérique et du Danemark ; elle est rare dans mes échantillons au Coniacien et au Santonien, mais présente au Campanien et au Maestrichtien.

Chiastozygus litterarius (GORKA) nov. comb.

Pl. 4, fig. 1 à 5.

1957 - Discolithus litterarius GORKA, p. 251, pl. 3, fig. 3.

1963 - Rhabdolithus litterarius (GORKA) STRADNER, p. 175, pl. 5, fig. 1, 1a.

1964 - Zygodiscus amphipons BRAMLETTE & MARTINI, p. 302, pl. 4, fig. 9-10.

1965 - Zygodiscus concinnus MARTINI de MANIVIT, p. 191, pl. 2, fig. 2a, 2b.

1966 - Discolithus fessus STOVER, p. 142, pl. 2, fig. 17-21 ; pl. 8, fig. 16.

1966 - Stauroolithites cruciatus (NOEL) de REINHARDT, p. 34 et 37, pl. 15 fig. 2.

1968 - Zygoolithus litterarius (GORKA) STRADNER, p. 39, pl. 34, fig. 1-7.

1968 - Chiastozygus plicatus GARTNER, p. 27, pl. 6, fig. 10-11, pl. 21, fig. 9.

Cette espèce dont l'attribution générique a souvent changé, semble par sa structure, correspondre à la définition même du genre Chiastozygus créé par GARTNER.

La figure 1, représente la face distale du disque basal elliptique construit d'un seul cycle d'éléments imbriqués. L'aire centrale est occupée par le croisement de deux branches parallèles aux axes de l'ellipse et surmontée par le départ d'une hampe.

- Taille : L. 7 à 9 μ ; l. 5 à 7 μ .

- Répartition. Cette espèce est présente dans mes échantillons de l'Aptien au Turonien, assez abondante à l'Albien. Elle est également connue jusqu'au sommet du Maestrichtien (GORKA, BRAMLETTE & MARTINI).

Famille AHMUERELLACEAE REINHARDT, 1965.

Genre AHMUELLERELLA Reinhardt, 1964.

Générotype : Ahmuellerella limbitenuis REINHARDT, 1964.

Ahmuellerella octoradiata (GORKA) REINHARDT,

Pl. 1, fig. 1-5.

1957 - Discolithus octoradiatus GORKA, p. 259, pl. 4, fig. 10.

1963 - Zygoolithus octoradiatus (GORKA) STRADNER, p. 180, pl. 5, fig. 2-2a.

1964 - Ahmuellerella limbitenuis REINHARDT, p. 751, pl. 1, fig. 6; pl. 12, fig. 6.

1966 - Ahmuellerella octoradiata (GORKA) REINHARDT, p. 24, pl. 22, fig. 3-4.

1968 - Eiffellithus octoradiatus (GORKA) GARTNER, p. 25, pl. 2, fig. 17-21 ; pl. 3, fig. 11a-c.

1969 - Vagalapilla octoradiata (GORKA) BUKRY, p. 58, pl. 33, fig. 5-7.

Coccolithe elliptique dont la marge semble constituée d'une seule série d'éléments semblables et inclinés sur le plan radial. En fait, ce sont deux cycles d'éléments superposés qui constituent la bordure de ce coccolithe.

L'aire centrale est occupée par quatre branches bifides partant de

la marge et disposées en croix, approximativement suivant les axes du coccolithe. Ces branches, faites de petits éléments granulaires et lamellaires se recouvrant, supportent une hampe circulaire.

- Taille : L. 7-10 μ ; l. 4-6 μ .

- Répartition. Cette espèce décrite dans le Maestrichtien de Pologne, puis retrouvée dans le Maestrichtien d'Allemagne et d'Amérique, est connue depuis le Turonien supérieur. Dans mon matériel, elle apparaît dans la zone à Kamptnerius magnificus et au Texas dans la zone à Tetralithus pyramidus.

Famille PODORHABDACEAE NOEL, 1965.

Genre CRETARHABDUS Bramlette & Martini, 1964.

Générotype : Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI, 1964.

Cretarhabdus blacki n. sp.

Pl. 6, fig. 1-4.

1968 - Cretarhabdus sp. BLACK, p. 806, pl. 150, fig. 4-6.

Holotype : HM 125 - SM 7/19, pl. 6, fig. 2, vue de demi profil.

Niveau type : Albien supérieur.

Localité type : Saint Florentin.

Origine du nom : en hommage à BLACK qui a figuré le premier, ce coccolithe, je crée l'espèce "blacki" dont les individus n'ont été observés qu'au microscope électronique.

Diagnose : l'holotype et le paratype⁽¹⁾, fig. 3 (HM 125 - SM 8/45) révèlent un disque basal constitué de deux cycles d'éléments séparés par une rainure : hampe largement développée, s'évasant en corolle dentelée à son extrémité.

Aire centrale couverte de lamelles disposées subradialement et se réunissant au centre pour former la hampe.

Les figures 2, 3, 4 semblent coïncider avec celles que BLACK a donné en 1968 (fig.4-6) pour un Cretarhabdus qu'il a laissé en nomenclature ouverte.

(1) Les holotypes et paratypes des nouvelles espèces décrites, sont déposés dans la collection du laboratoire de Paléontologie d'Orsay (Université de Paris).

- Taille : 8 à 10 μ de diamètre pour l'embase.

- Répartition. Apparaît dès l'Albien moyen, jusqu'au Cénomani-
supérieur.

Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 2, fig. 13-18.

1964 - Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI, p. 299, pl. 3, fig. 5-8.

Embase elliptique dont l'aire centrale est formée d'éléments alignés radialement en 2 ou 3 cycles suivant les individus ; croix paral-
lèle aux axes de l'ellipse, très visible entre nicols croisés ; hampe,
dont la partie basale montre une disposition hélicoïdale.

- Taille : 9 à 10 μ .

- Répartition. Présent et même parfois commun du Turonien supé-
rieur au Maestrichtien.

Cretarhabdus decorus DEFLANDRE

Pl. 6, fig. 5-10.

1954 - Rhabdolithus decorus DEFLANDRE, p. 159, pl. 13, fig. 4-6, text-fig.
87.

1964 - Cretarhabdus decorus (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI, p. 300, pl. 3,
fig. 9-12.

On observe assez souvent des hampes brisées ou des individus en-
tiers, facilement identifiables. Les embases, plus rares, montrent une bordu-
re striée et quatre pièces en forme de "X" supportant la hampe et dont les
branches sont décalées par rapport aux axes de l'ellipse.

- Taille : 7 à 10 μ .

- Répartition. Espèce présente de l'Albien basal jusqu'au Maestri-
chtien.

Cretarhabdus helicoïdes STOVER

Pl. 4, fig. 15-16.

1966 - Cretarhabdus helicoïdes STOVER, p. 140, pl. 5, fig. 13-14; pl. 9, fig.
13.

Je rapporte avec quelque doute certains individus entiers à l'espèce décrite par STOVER ; je n'ai pas reconnu d'embase correspondant aux individus entiers, cependant, leur profil révèle un double disque et une hampe à structure hélicoïdale.

- Taille : hauteur 16-18 μ .

- Répartition. Je n'ai observé ces Crëtarhabdus que rarement, à l'Albien moyen et supérieur.

Crëtarhabdus loriei GARTNER

Pl. 6, fig. 11-14.

1968 - Crëtarhabdus loriei GARTNER, p. 21, pl. 24, fig. 9-10.

L'embase elliptique comporte en vue proximale, une double couronne d'éléments ; l'aire centrale possède des affinités avec certains Crëtarhabdus conicus de grande taille, mais les nervures parallèles qui supportent les deux barres disposées en croix constituent un caractère qui lui est propre.

Cette espèce est plus reconnaissable entre nicols croisés. STOVER avait attribué ce coccolithe à Arkhangelskiella striata.

- Taille : 10 à 11 μ .

- Répartition. J'ai reconnu quelques individus de cette espèce à l'Albien et au Cénomaniën ; elle a été décrite dans le Turonien.

Crëtarhabdus romani (GORKA) STRADNER

Pl. 7, fig. 10-14.

1957 - Tremalithus romani GORKA, p. 246, 271, pl. 2, fig. 5.

1963 - Discolithus regularis CARATINI, p. 22, pl. 2, fig. 26-27.

1965 - Crëtarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI de MANIVIT, p. 193, pl. 1, fig. 3a-d.

1966 - Coccolithus actinosus STOVER, p. 138, pl. 1, fig. 15-16 ; pl. 8, fig. 7.

1968 - Crëtarhabdus romani (GORKA) STRADNER, p. 30, pl. 15-16.

Coccolithe elliptique, dont l'embase est composée de deux disques à

éléments inclinés ; l'aire centrale occupée par douze perforations disposées de part et d'autre d'une croix parallèle aux axes de l'ellipse ; hampe en forme d'un long tube, qui s'évase comme une fleur à son sommet.

Les clichés de la planche 7, représentent des individus vus de profil qui doivent correspondre aux illustrations fournies par STRADNER en 1968, pl. 17. J'ai déjà représenté l'embase de ce Cretarhabdus en 1965, pl. 1, fig. 3 en l'attribuant par erreur à l'espèce "crenulatus".

- Taille : hauteur, 13 à 14 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît à l'Aptien inférieur et semble s'éteindre dans mon matériel, au Turonien moyen.

Cretarhabdus schizobrachiatus (GARTNER) BUKRY

Pl. 7, fig. 15-16.

1960 - Vekshinella schizobrachiata GARTNER, p. 31, pl. 13, fig. 10-11 ; pl. 20, fig. 5.

1969 - Cretarhabdus schizobrachiatus (GARTNER) BUKRY, p. 36, pl. 15, fig. 4-6.

Cette espèce possède une double couronne et doit être assignée au genre "Cretarhabdus"; la dichotomisation des deux barres de la croix, lorsqu'elles rejoignent la marge, est un caractère spécifique qui l'identifie aisément.

- Taille : diamètre de l'embase, 7 μ env.

- Répartition. Je n'ai observé cette espèce qu'assez rarement dans le Campanien.

Cretarhabdus unicornis STOVER, 1966

Pl. 9, fig. 13-16.

1966 - Cretarhabdus unicornis STOVER, p. 140, pl. 5, fig. 15-16 ; pl. 9, fig. 15.

1969 - Cretarhabdus unicornis (STOVER) BUKRY, p. 36, pl. 15, fig. 7-9.

Le bord de ce Cretarhabdus est large et formé de deux cercles concentriques. Aire centrale, caractéristique occupée par quatre perforations

situées entre les contreforts de la hampe robuste, traversée d'un canal médian.

- Taille : diamètre maximum, 11 μ .

- Répartition. J'ai rencontré cette espèce, en fréquence assez faible, depuis l'Albien inférieur jusqu'au Coniacien.

Genre OCTOPODORHABDUS Noël, 1965.

Générotipe : Octopodarhabdus praevisus NOEL, 1965.

Octopodarhabdus decussatus (MANIVIT) nov. comb.

Pl. 4, fig. 10-14.

1959 - Discolithus decussatus MANIVIT, p. 14, pl. 1, fig. 7.

1963 - Rhabdolithus decussatus (MANIVIT) STRADNER, p. 175, pl. 5, fig. 8-8a.

1966 - Discolithus cryptochondrus STOVER, p. 142, pl. 2, fig. 8-9; pl. 8, fig. 13.

1968 - Cretarhabdus decussatus (MANIVIT) STRADNER, p. 29, pl. 13-14.

J'avais rencontré en 1959 dans l'Yprésien de la Tuilerie de Gan (Aquitaine), une forme semblable décrite sous le nom de "Discolithus decussatus". Cette espèce crétacée était remaniée ainsi que d'autres coccolithes examinés dans ce matériel éocène. Observée en microscopie électronique, elle montre une couronne marginale relativement étroite, faite de deux séries de lames de calcite juxtaposées. Vue sur sa face supérieure, la couronne marginale paraît unique. L'aire centrale vaste est formée de microcristaux qui s'organisent en contreforts suivant les axes du coccolithe ; des piliers secondaires unissent le bord externe aux contreforts longitudinaux, au sommet desquels une hampe souvent brisée prend naissance. Les figures 11 et 13 illustrent nettement cette structure particulière.

- Taille : L. 7 à 8 μ ; l. 5 à 6 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dans mon matériel à l'Albien supérieur, et ne semble pas continuer son extension au Cénomanién supérieur.

Elle semble avoir été déjà décrite par BARNARD et HAY dans l'Oxfordien de Millbrook, Angleterre (communication orale).

Genre STRADNERIA Reinhardt, 1964.

Générotype : Stradneria limbricrassa REINHARDT 1964.

Stradneria crenulata (BRAMLETTE et MARTINI) NOEL

Pl. 7, fig. 1-9.

1964 - Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE et MARTINI, p. 300, pl. 2, fig. 21-24.

1970 - Stradneria crenulata (BRAMLETTE et MARTINI) NOEL, p. 55, pl. 17.

Le disque distal de l'embase montre une marge large constituée de deux cycles concentriques d'éléments ; la série d'éléments supérieurs est composite. L'aire centrale réduite par le troisième cycle d'éléments de la couronne marginale, est composée de lamelles en relief qui s'appuient sur la couronne externe, délimitant entre elles des vides et dessinant aussi un contour crénelé.

La hampe, vue en microscope photonique, possède une structure particulière, spiralée et des ressemblances avec Reinhardtites anthophorus ; la partie terminale de cette hampe, s'évase en forme de calice.

- Taille : diamètre 9 à 10 μ .

- Répartition. Commune du Cénomanién au Maestrichtien.

Genre PREDISCOSPHAERA Vekshina, 1959.

Générotype : Prediscosphaera decorata VEKSHINA, 1959.

Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY) GARTNER

Pl. 22, fig. 1-14.

1912 - Coccolithophora cretacea ARKHANGELSKY, p. 410, pl. 6, fig. 12.

1954 - Rhabdolithus intercisis DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 159, pl. 13, fig. 12, 13.

1959 - Zygrhablithus intercisis (DEFLANDRE) DEFLANDRE, p. 136, pl. 1, fig. 5-20.

1959 - Prediscosphaera decorata VEKSHINA, p. 73, pl. 1, fig. 8-9 ; pl. 2, fig. 13a.

1964 - Deflandrius cretaceus (ARKHANGELSKY) BRAMLETTE & MARTINI, p. 301, pl. 2, fig. 11-12.

1968 - Prediscosphaera cretacea cretacea (ARKHANGELSKY) GARTNER, p. 21, pl. 2, fig. 10-14 ; pl. 3, fig. 8.

La nomenclature de cette espèce est restée longtemps confuse. BRAMLETTE & MARTINI, en ont tenté une première révision, puis GARTNER en 1968 a fourni l'historique et une mise au point du genre Prediscosphaera ; je ne reviendrai donc pas sur la description de cette espèce et renvoie le lecteur à l'ouvrage de GARTNER.

Ma planche 22, consacrée entièrement à l'espèce cretacea, illustre bien les variations de la hampe, portant sur la longueur et les expansions latérales de l'extrémité de la hampe.

- Taille : diamètre de l'embase, 8 à 11 μ ; longueur de la hampe seule, 8 à 20 μ .

- Répartition. Cette espèce domine dans tous les échantillons du Crétacé supérieur. Elle est présente dès l'Albien moyen, puis devient commune au Cénomaniens jusqu'au Maestrichtien supérieur.

Prediscosphaera columnata (STOVER) BUKRY & BRAMLETTE

Pl. 21, fig. 13-15.

1966 - Deflandrius columnatus STOVER, p. 141, pl. 6, fig. 6-10 ; pl. 9, fig. 16.

1967 - Deflandrius cantabrigensis BLACK, p. 140, fig. 1.

1968 - Deflandrius columnatus (STOVER) STRADNER, p. 31, pl. 18-19, fig. 1-4.

1969b- Prediscosphaera columnata BUKRY & BRAMLETTE, p. 372, 375, pl. 2, fig. F.

L'embase de cette espèce, presque circulaire conserve le caractère du genre avec seize éléments inclinés et imbriqués sur les deux disques proximal et distal. La hampe, de contour rhomboédrique, est soutenue par quatre colonnettes en arcs boutants qui partent du disque distal.

A sa moitié, la hampe porte quatre expansions presque triangulaires ; ces protubérances sur la hampe permettent de différencier cette espèce de certains Prediscosphaera cretacea vus de profil.

- Taille : diamètre de l'embase, 6 à 8 μ , hauteur de la hampe depuis le disque distal jusqu'aux protubérances, 6 à 7 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît à l'Aptien où elle est le plus souvent présente, jusqu'au sommet du Turonien.

Prediscosphaera spinosa (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER

Pl. 21, fig. 4-8.

1964 - Deflandrius spinosus BRAMLETTE & MARTINI, p. 301, pl. 2, fig. 17-20.

1968 - Prediscosphaera spinosa (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER, p. 20, pl. 2, fig. 15-16 ; pl. 3, fig. 9-10.

Embase elliptique composée de deux disques de seize éléments, de taille identique et imbriqués. Un cycle interne, également de seize éléments rectangulaires et étroits, borde l'aire centrale assez large et occupée par une croix alignée suivant les axes de l'ellipse. Les quatre branches de cette croix sont constituées de baguettes, attachées sur l'embase, au cycle interne d'éléments.

La disposition des branches de la croix en "X" chez P. cretacea est perpendiculaire à celle de P. spinosa. Ce caractère permet de différencier ces deux espèces. La hampe est longue et droite, avec deux épines fragiles au sommet.

- Taille : longueur de l'embase, 9 à 11 μ ; largeur, 6 à 7 μ .

- Répartition. Cette forme apparaît au Campanien supérieur, où elle est rare et devient présente au Maestrichtien.

Genre **CRIBROSPHAERA** Arkhangelsky, 1912.

Générotype : Cribrosphaera ehrenbergi ARKHANGELSKY, 1912.

Cribrosphaera ehrenbergi ARKHANGELSKY

Pl. 8, fig. 1 à 13.

1912 - Cribrosphaera ehrenbergi ARKHANGELSKY, p. 412, pl. 6, fig. 19-20.

1952 - Cribrosphaerella ehrenbergi (ARKHANGELSKY) DEFLANDRE, p. 111, text-fig. 54a-b.

- 1957 - Discolithus numerosus GORKA, p. 257, pl. 4, fig. 5.
1966 - Cribrosphaera matthewsi (BLACK) REINHARDT, p. 28, pl. 5, fig. 1-2 ;
pl. 12, fig. 5, text-fig. 7.
1968 - Cretadiscus colatus GARTNER, p. 36, pl. 10, fig. 7-8 ; pl. 12, fig.
5-6.
1968 - Cretadiscus polyporus GARTNER, p. 36, pl. 1, fig. 17-19 ; pl. 4,
fig. 13.
1969 - Cribrosphaera ehrenbergi ARKHANGELSKY, BUKRY, p. 44, pl. 22, fig.
7-12.

Ce coccolithe que j'ai pu observer au microscope optique et électronique montre une bordure constituée sur la face distale d'une seule série d'éléments en nombre variable suivant les individus (de 15 à 30) et orientés radialement.

Aire centrale occupée par de petits cristaux qui délimitent 10 à 70 perforations disposées concentriquement.

- Taille : diamètre maximum 11 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît au Turonien supérieur dans mon matériel et devient abondante au Campanien et Maestrichtien.

Genre NEPHROLITHUS Gorka, 1957, émendé ABERG, 1966.

Générotype : Nephrolithus frequens GORKA, 1957.

Nephrolithus frequens GORKA

Pl. 17, fig. 16-18.

- 1957 - Nephrolithus frequens GORKA, p. 263, pl. 5, fig. 7.
1966 - Nephrolithus gorkae ABERG, p. 64, pl. 1 ; pl. 2, fig. 1-6 ; pl. 3,
fig. 1-6.
1968 - Nephrolithus frequens PERCH-NIELSEN, p. 56, fig. 23, pl. 7, fig.
12-14 et pl. 18, fig. 1-9.

Je ne reviendrai pas sur la description de cette espèce parfaitement décrite par ABERG et PERCH-NIELSEN. Sa forme réniforme la distingue de Cribrosphaera ehrenbergi et les perforations que délimitent les cristaux de l'aire centrale permettent de la distinguer parfaitement.

- Taille : 6 à 7 μ .

- Répartition. Ce coccolithe n'apparaît pas avant le Maestrichtien supérieur qu'il date parfaitement : il existe aussi bien dans le domaine nordique que mésogéen.

Famille ARKHANGELSKIELLACEAE BUKRY, 1969.

Genre ARKHANGELSKIELLA Vekshina, 1959.

Générotype : Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, 1959.

Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA

Pl. 1, fig. 6-11.

1959 - Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, p. 66, pl. 1, fig. 1 ; pl. 2 fig. 3a-c.

1964 - Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, emend. REINHARDT, p. 752, fig. 1-2, fig. 3.

1968 - Discolithus octocentralis STOVER de ABERG, p. 3, pl. 1, fig. 4-8.

1969 - Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA emend. REINHARDT, NOEL, p. 195, text-fig. 1a-b.

Coccolithe, dont la couronne marginale est composée de deux ou trois séries superposées d'éléments très accolés et en disposition radiale. Les pièces de l'aire centrale, disposées en huit quadrants, suivant les axes de symétrie de l'ellipse, donnent en lumière polarisée, une structure en ailes de moulin à vent.

- Taille : L. 12-15 μ ; l. 8 à 12 μ .

- Répartition. Assez rare au Campanien, commune au Maestrichtien.

Arkhangelskiella ethmopora BUKRY

Pl. 1, fig. 12-14.

1969 - Arkhangelskiella specillata ethmopora BUKRY, p. 21, pl. 1, fig. 4-7.

1969 - Arkhangelskiella ethmopora BUKRY, ČEPEK et HAY, p. 327, 331.

Arkhangelskiella specillata doit être différenciée de A. ethmopora. Chez cette dernière espèce, les perforations plus petites, sont réparties symétriquement dans les quadrants définis par les axes de symétrie de l'ellipse.

- Taille : L. 13 à 14 μ .

- Répartition. Cette forme est présente au Santonien et rare au Coniacien.

Arkhangelskiella specillata VEKSHINA

Pl. 1, fig. 16-17.

1959 - Arkhangelskiella specillata VEKSHINA, p. 67, pl. 2, fig. 5.

1968 - Arkhangelskiella specillata VEKSHINA, GARTNER, p. 38, pl. 8, fig. 6, 7.

1968 - Arkhangelskiella cymbiformis var. minima, MANIVIT, p. 278, pl. 1, fig. 4 a-c.

Cette Arkhangelskiella ressemble à A. cymbiformis. Cependant, la marge est parfois plus étroite, les perforations d'assez grande taille, se répartissent en quatre rangées alignées par paire, de part et d'autre d'une ligne de suture qui correspond au grand axe de l'ellipse.

J'avais décrit ce coccolithe sous le nom de Arkhangelskiella cymbiformis minima (MANIVIT, 1968), pensant que cette petite forme pouvait être une forme naine de A. cymbiformis mais les pores ou petites saillies alignées suivant les axes ne sont en fait que les espaces entre la double rangée de cristaux très différenciés qui constituent la croix de ce coccolithe elliptique.

- Taille : L. 8 à 10 μ .

- Répartition. Cette espèce assez caractéristique apparaît au Campanien ou elle n'est pas très fréquente.

Genre BROINSONIA Bukry, 1969

Générotype : Broinsonia bevieri BUKRY, 1969.

Broinsonia bevieri BUKRY

Pl. 1, fig. 15.

1969 - Aspidolithus angustus NOEL, p. 196, pl. 1, fig. 1-2.

1969 - Broinsonia bevieri BUKRY, p. 21, pl. 1, fig. 8-12.

Cette espèce bien décrite par NOEL et BUKRY, montre une couronne marginale constituée de deux séries superposées d'éléments assez grands et nombreux qui forment entre elles un angle rentrant ; aire centrale en ellipse convexe, plutôt réduite, construite de cristaux disposés autour d'un axe longitudinal médian.

Ce coccolithe est proche de Arkhangelskiella cymbiformis, et en microscopie optique, il est difficile de séparer ces deux espèces d'autant plus que leurs aires centrales sont semblables sur la face proximale.

- Taille : 12 à 13 μ .

- Répartition: forme limitée au Campanien, où elle est rare.

Broinsonia enormis (SHUMENKO) nov. comb.

Pl. 1, fig. 18-20.

1968 - Arkhangelskiella enormis SHUMENKO, p. 33, pl. 1, fig. 1-3.

1969 - Aspidolithus signatus NOEL, p. 197, pl. 2, fig. 3-4.

Je pense que cette espèce est à classer dans le genre Broinsonia, bien que je n'ai pu l'examiner en microscopie électronique. Mes figures 18, 19 et 20 de la planche 1, semblent correspondre aux descriptions et illustrations que SHUMENKO et NOEL ont fournies en 1968 et 1969.

Le genre Broinsonia me paraît plus approprié à la structure de ce coccolithe, dont la couronne marginale striée est constituée de deux séries superposées d'éléments de calcite.

L'aire centrale ajourée est occupée par une croix dont les bras parallèles aux axes de l'ellipse sont formés chacun de deux rangées parallèles de cristaux. L'espèce "enormis" a la priorité du fait de l'antériorité de la date de publication.

- Taille : L. 8 à 9 μ suivant grand axe et 6 μ de large.

- Répartition. J'ai observé cette forme, dès le Turonien, où elle est rare à présente; son extension se poursuit jusqu'au Campanien basal où D. NOEL l'a observée.

SHUMENKO a décrit cette espèce dans le Turonien de l'Est de la Crimée et de l'Ukraine.

Broinsonia parca (STRADNER) BUKRY

Pl. 2, fig. 1-8.

1963 - Arkhangelskiella parca STRADNER, p. 10, pl. 1, fig. 3-3a.

1969 - Aspidolithus parvus (STRADNER) NOEL, p. 196, pl. 1, fig. 3-4.

1969 - Broinsonia parca (STRADNER) BUKRY, p. 23, pl. 3, fig. 3-10.

Ce coccolithe observé en microscopie électronique, montre une couronne marginale formée de séries superposées d'éléments de calcite. Aire centrale, réduite, bordée par un large cycle d'éléments de calcite donnant l'impression d'une collerette nervurée. Une croix à branches droites divise l'aire en secteurs perforés de 4, 6 ou 8 perforations.

L'individu figuré dans la planche 7 de ma publication sur l'Eocène en 1960, représenté comme un Tremalithus siliquaeformis, n'est autre que Broinsonia parca du Campanien, remanié dans l'Yprésien.

- Taille : L. 14 à 16 μ ; l. 10 à 12 μ

- Répartition. Dans mon matériel, cette espèce n'apparaît qu'au Campanien basal, elle est présente, mais souvent commune et caractérise en France une biozone qui correspond au Campanien inférieur et moyen.

Elle a été décrite dès le Turonien supérieur.

Genre GATNERAGO Bukry, 1969

Générotype : Arkhangelskiella obliqua STRADNER, 1963.

Gatnerago obliquus (STRADNER) NOEL

Pl. 2, fig. 9-12.

1963 - Arkhangelskiella obliqua STRADNER, p. 10, pl. 1, fig. 2, 2a.

1963 - Discolithus ornamentus CARATINI, p. 18, pl. 1, fig. 7-9.

- 1965 - Arkhangelskiella inclinata REINHARDT, p. 31, pl. 2, fig. 5.
1966 - Discolithus segmentatus STOVER, p. 143, pl. 3, fig. 3-6 ; pl. 8, fig. 19.
1968 - Arkhangelskiella ornamentus (CARATINI) MANIVIT, p. 278, pl. 1, fig. 2a-b.
1969 - Laffittius obliquus ("REINHARDT", errat.cit. pro STRADNER) NOEL, p. 197, pl. 3, fig. 1 à 5, text-fig. 3a-b.
1969 - Gatnerago concavum (GARTNER) BUKRY, p. 24, pl. 4, fig. 2-6.
1970 - Gatnerago obliquus (STRADNER), 1970, p. 79, pl. 26, fig. 1 à 7 et fig. 19-20.

Coccolithe très bien décrit par NOEL 1969, ayant une couronne marginale composée de plusieurs cycles d'éléments emboîtés les uns dans les autres. Aire centrale constituée de grandes pièces calcaires irrégulières, disposées en quadrants, suivant les axes de l'ellipse. Sur la face distale, on observe une bordure étroite.

- Taille : L. 12 à 15 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dans mon matériel, au Cénomanién supérieur où elle est présente et même commune jusqu'au Santonien supérieur, puis rare au Campanien.

L'apparition de ce taxon, jusqu'à l'apparition de Lithastrinus grilli caractérise une biozone qui correspond au Cénomanién supérieur et Turo-nien inférieur.

Genre KAMPTNERIUS Deflandre, 1959.

Générotipe : Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, 1959.

Kamptnerius magnificus DEFLANDRE

Pl. 14, fig. 10-14; Pl. 20, fig. 11.

1959 - Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, p. 135, pl. 1, fig. 1-4.

Espèce portant une frange très caractéristique formée de lamelles de calcite jointives. Généralement, elle est asymétriquement développée à l'un des pôles et peut dépasser la largeur de l'ellipse. Le fond de ce coccolithe est constitué de lamelles convergentes vers une ligne médiane.

On note de curieuses variations dans le développement de la couronne marginale.

- Taille : longueur totale : 17,5 à 22,5 μ ; longueur de l'ellipse 12,5 à 15 μ , largeur 10 à 12,5 μ .

- Répartition. Cette forme apparaît au Santonien (présente), parfois commune au Campanien et au Maestrichtien. Elle caractérise une biozone qui correspond au Santonien dans son ensemble.

Kamptnerius punctatus STRADNER, 1963.

Pl. 14, fig. 8-9.

1963 - Kamptnerius punctatus STRADNER, p. 11, pl. 2, fig. 3.

Ce coccolithe possède la même structure externe que l'espèce précédente. La différence réside dans l'aire centrale qui est occupée par de nombreuses perforations régulières, disposées en rangées parallèles au grand axe de l'ellipse.

- Taille : longueur de l'ellipse, 12,5 μ ; longueur de la frange, 5 μ .

- Répartition. Forme assez rarement rencontrée au Coniacien et au Santonien.

Famille des STEPHANOLITHIONACEAE BLACK, 1968

Genre STEPHANOLITHION Deflandre, 1939

Générotype : Stephanolithion bigoti DEFLANDRE, 1939.

Stephanolithion laffittei NOEL

Pl. 23, fig. 14-18.

1956 - Stephanolithion laffittei NOEL, p. 318, pl. 2, fig. 5-6.

1966 - Stephanolithion crenulatum STOVER, p. 160, pl. 7, fig. 25-27 ; pl. 9, fig. 25-27.

1968 - Corollithion octoradiatum GARTNER, p. 35, pl. 6, fig. 5a-c ; pl. 10, fig. 14-15.

La forme, la taille et le nombre des excroissances sont variables

suivant les individus ; l'électromicrographie (face distale, fig. 18), montre la bordure festonnée de la cupule, composée de pièces de calcite juxtaposées, radiales et verticales, dont certaines se différencient en cornes latérales. Dans le plancher, huit perforations sont délimitées par des rayons constitués de lamelles de calcite.

- Taille : environ 5 μ de diamètre.

- Répartition. Espèce fréquente dès le Portlandien jusqu'au Maestrichtien.

Genre COROLLITHION Stradner, 1961.

Générotype : Corollithion exiguum STRADNER, 1961.

Corollithion exiguum STRADNER

Pl. 5, fig. 1-3.

1961 - Corollithion exiguum STRADNER, p. 83, text-fig. 58-61.

1968 - Stephanolithion sp. aff. S. laffittei NOEL de GARTNER, p. 35, pl. 35, fig. 14; pl. 22, fig. 18.

Je n'ai pu observer cette petite forme au microscope électronique ; elle est cependant reconnaissable au microscope optique, grâce à son contour hexagonal pouvant porter des cornes périphériques : six perforations sont délimitées par six rayons dont la réunion différencie une petite hampe.

- Taille : 4 à 6 μ de diamètre.

- Répartition. Espèce décrite au Sénonien. Elle est présente dans mon matériel du Turonien au Maestrichtien et apparaît dans la zone à "Lithastrinus floralis".

Corollithion geometricum (GORKA) nov. comb.

Pl. 5, fig. 4, 5 .

1957 - Discolithus geometricus GORKA, p. 259, 279, pl. 4, fig. 8.

1968 - Zygoolithus geometricus (GORKA) STRADNER, p. 40, pl. 36 et 37, fig. 1-4.

Je rattache au genre Corollithion, l'espèce "geometricus" créée par GORKA. La figure 4 révèle la bordure étroite et fragile du coccolithe souvent

mal fossilisée et composée d'éléments de calcite allongés, imbriqués ; six ponts, disposés à 60° entre eux et constitués par plusieurs cristaux aplatis, sont rattachés au bord proximal. Un pore occupe le centre.

- Taille : 5 μ .

- Répartition. Espèce limitée à l'Albien moyen et supérieur, dans mes préparations.

Corollithion rhombicum (STRADNER & ADAMIKER) BUKRY

Pl. 5, fig. 11 à 13.

1966 - Zygoolithus rhombicus STRADNER & ADAMIKER, p. 339, pl. 2, fig. 1, text-fig. 5-7.

1969 - Corollithion rhombicum (STRADNER & ADAMIKER) BUKRY, p. 40, pl. 19, fig. 2-4.

1967 - Dictyolithus emendatus LYUL'EVA, p. 96, pl. 4, fig. 41.

Coccolithe de contour rhomboïdal et à structure complexe ; deux barres longitudinales se bifurquent à l'apex, quatre rayons latéraux partent de la marge et se réunissent au centre pour différencier une baguette ; les éléments de calcite de la marge et des rayons sont allongés et se recouvrent.

- Taille : L. 3 à 4 μ ; l. 1,2 à 3 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dès l'Albien moyen, mais ne semble pas représentée au Cénozanien.

Corolithion signum STRADNER

Pl. 5, fig. 6-10.

1963 - Corolithion signum STRADNER, p. 11, pl. 1, fig. 13.

1964 - Discolithus bohotnicae GORKA de BALDI-BEKE, p. 135, pl. 1, fig. 7.

1965 - Corolithion sp. MANIVIT, p. 194, pl. 1, fig. 6a-b.

1966 - Chiphragmolithus achylosus STOVER, p. 137, pl. 6, fig. 26; pl. 17, fig. 1-3.

1966 - Zygoolithus baldiae STRADNER & ADAMIKER, p. 338, pl. 2, fig. 2, text-fig. 34.

1968 - Zycolithus achylosus (STOVER) STRADNER, ADAMIKER & MARESCH, p. 39, pl. 35.

Coccolithe de forme hexagonale ou circulaire. Les barres, disposées en croix, formant un angle avec les axes de coccolithe, sont constituées d'une double rangée d'éléments s'engrenant. Marge, plutôt étroite, faite d'une première rangée de 23 à 27 éléments aplatis, imbriqués ; un deuxième cycle de cristaux disposés radialement, est visible sur la face distale. Il ne semble pas y avoir de structure centrale.

- Taille : 5 à 6 μ .

- Répartition. Présent de l'Albien au Campanien.

Genre CYLINDRALITHUS Bramlette & Martini , 1964.

Générotype : Cylindralithus serratus BRAMLETTE & MARTINI, 1964.

Cylindralithus serratus BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 10, fig. 14, 15.

1964 - Cylindralithus serratus BRAMLETTE & MARTINI, p. 310, pl. 5, fig. 18-20.

1966 - Cylindralithus crassus STOVER, p. 141, pl. 4, fig. 31-33 ; pl. 5, fig. 1.

Petit coccolithe, formé d'un cylindre creux, souvent calcifié et surmonté d'une couronne nervurée dont la hauteur est légèrement supérieure au diamètre du cylindre. Cette construction donne en coupe optique, un bord crénelé, facilement identifiable en lumière naturelle.

- Taille : diamètre 6 à 8 μ .

- Répartition. Décrite au Maestrichtien, cette espèce est présente dans mes échantillons dès le Turonien supérieur jusqu'au Campanien supérieur et Maestrichtien.

Cylindralithus gallicus (STRADNER) BRAMLETTE & MARTINI.

Pl. 10, fig. 10-13.

1963 - Coccolithus gallicus STRADNER, p. 10, pl. 1, fig. 8, 8a.

1964 - Cylindralithus gallicus (STRADNER) BRAMLETTE & MARTINI, p. 308, 310, pl. 5, fig. 15-17.

Les électromicrographies (fig. 12 et 13) de cette espèce vue de demi profil, laissent apparaître un tube tronconique reliant deux plaques circulaires. Cannelures assez profondes, dirigées dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, s'élargissant vers l'extérieur ; une fléxion semble partager le cylindre dans sa hauteur moyenne.

- Taille : diamètre 5 à 7 μ .

- Répartition. On ne la trouve qu'au Maestrichtien.

Famille COCCOLITHACEAE KAMPTNER, 1928.

Genre DISCORHABDUS Noël, 1965.

Générotype : Discorhabdus patulus (DEFLANDRE) NOEL 1965.

Discorhabdus ignotus (GORKA) PERCH-NIELSEN

Pl. 3, fig. 1-7.

1966 - Biscutum tredenale REINHARDT, p. 32, pl. 1, fig. 3a-b.

1968 - Biscutum testudinarium BLACK de STRADNER, p. 29, pl. 11 et 12.

1968 - Discorhabdus ignotus (GORKA) PERCH-NIELSEN, p. 81, fig. 41-42 ; pl. 28, fig. 6-9.

1969 - Bidiscus cruciatus-cruciatus BUKRY, p. 27, pl. 6, fig. 10-11.

Ce coccolithe circulaire que j'ai pu examiner au microscope électronique, possède deux disques de douze à dix huit éléments orientés radialement et se recouvrant sur le disque distal. En lumière polarisée, il donne une croix noire à branches droites et larges.

Cette espèce de faible taille admet des différences dans le nombre des éléments des disques, qui peuvent varier du simple au double. L'aire centrale est réduite à un pore et à quelques petits éléments bordant cette perforation.

- Taille : diamètre, 5 à 7 μ .

- Répartition. Cette espèce est généralement rare, elle existe dans mon matériel depuis l'Albien jusqu'au Maestrichtien.

Genre BISCUTUM Black, 1959.

Générotype : Biscutum testudinarium BLACK, 1959.

Biscutum testudinarium BLACK

Pl. 3, fig. 8-12.

- 1959 - Biscutum testudinarium BLACK in BLACK & BARNES, p. 325, pl. 10, fig. 1.
1959 - Biscutum castrorum BLACK in BLACK & BARNES, p. 326, pl. 10, fig. 2.
1964 - Cribrosphaerella tectiforma REINHARDT, p. 758, pl. 2, fig. 4.
1966 - Coccolithus oregus STOVER, p. 139, pl. 1, fig. 8-9 et pl. 8, fig. 4.
1968 - Non Biscutum testudinarium BLACK de STRADNER, p. 29, pl. 11, 12.
1968 - Biscutum constans PERCH-NIELSEN, p. 78, pl. 27, fig. 1.
1970 - Biscutum constans NOEL, p. 91, pl. 33, fig. 1-10.

Ce coccolithe elliptique, seulement observé en microscopie optique, est composé de deux disques très accolés avec un disque proximal plus étroit que le disque distal ; la couronne marginale est constituée de quinze à vingt éléments de même taille. L'aire centrale, réduite, perforée en son centre, possède une orientation optique identique à celle du disque proximal.

- Taille : L. 7 à 10 μ ; l. 6 à 8 μ .

- Répartition. Cette forme apparaît dans mes échantillons à l'Albien, en fréquence assez rare, et se poursuit jusqu'au Maestrichtien.

Genre WATZNAUERIA Reinhardt, 1964

Générotype : Watznaueria angustoralis REINHARDT, 1964.

Watznaueria barnesae (BLACK) BUKRY

Pl. 28, fig. 1-4, 8, 9, 12, 13.

- 1959 - Tremalithus barnesae BLACK in BLACK & BARNES, p. 325, pl. 9, fig. 1-2.
1964 - Tergestiella barnesae (BLACK) REINHARDT, p. 753.
1964 - Watznaueria angustoralis REINHARDT, p. 753, pl. 2, fig. 2-4.
1965 - Ellipsagelosphaera frequens NOEL, p. 119, pl. 11, fig. 7-10 ; pl. 12, fig. 1-10 ; pl. 13, fig. 1-10, text-fig. 35-40.
1968 - Coccolithus barnesae (BLACK) BRAMLETTE & MARTINI, p. 24, pl. 1-2, text-fig. 8.

1969 - Watznaueria barnesae (BLACK) BUKRY, p. 31, pl. 10, fig. 1-7.

Cette espèce a été très souvent décrite sous des noms différents, aussi je renvoie le lecteur aux descriptions complètes de BLACK (1959), NOEL (1965), STRADNER (1968) et BUKRY (1969).

Ce coccolithe, très fréquent dans les sédiments crétacés depuis l'Albien offre des variations dans la structure de la couronne marginale et de l'aire centrale parfois déprimée. Les clichés que j'ai donnés (pl. 28) illustrent certaines variations.

- Répartition. Cette espèce apparaît à l'Albien supérieur, et à partir de cet étage, devient fréquente, jusqu'au Maestrichtien.

Watznaueria communis REINHARDT

1964 - Watznaueria communis REINHARDT, p. 756, pl. 12, fig. 5,6.

1965 - Ellipsagelosphaera frequens NOEL, p. 119, fig. 35-40 ; pl. 11, fig. 7-10, pl. 12, fig. 1-10.

Je n'ai pas donné d'illustration pour cette espèce très bien décrite par REINHARDT et NOEL et si souvent figurée ! Très fréquente dans les sédiments jurassiques, elle est encore commune au Néocomien et à l'Aptien ; elle se raréfie à l'Albien, semblant s'éteindre à la fin de cet étage, au profit de Watznaueria barnesae qui s'épanouit et devient même très abondant dans la craie du Sénonien.

Watznaueria parvidentata (DEFLANDRE & FERT) BUKRY

Pl. 24, fig. 11-15

1954 - Discolithus parvidentatus DEFLANDRE & FERT, p. 143, text-fig. 28-29.

1959 - Tremalithus burwellensis BLACK & BARNES, p. 324, pl. 8.

1966 - Coccolithus parvidentatus (DEFLANDRE & FERT) REINHARDT, p. 20, pl. 20, fig. 1-2.

1967 - Dictyococcites burwellensis BLACK, p. 142.

1969 - Watznaueria parvidentata (DEFLANDRE & FERT) BUKRY, p. 33, pl. 12, fig. 5-8.

Ce coccolithe elliptique, est constitué de deux disques ; le disque

distal dont le bord est orné de fines stries nombreuses et radiales, est aussi large que l'aire centrale. Celle-ci est occupée par une grille, faite de sept à dix barres réparties identiquement de chaque côté d'une ligne de partage longitudinale de l'ellipse. Ces barres, sont constituées de cristaux en forme de bâtonnets longitudinaux qui délimitent des perforations. La grille centrale est fragile et on observe parfois des individus dont le centre brisé, laisse apercevoir le départ et l'attache des barres sur le disque distal.

- Taille : diamètre 5 à 6 μ .

- Répartition. Espèce rare, parfois présente depuis l'Aptien inférieur jusqu'au Cénomanien supérieur.

Watznaueria cf prolongata BUKRY

Pl. 28, fig. 10, 11.

1969 - Watznaueria prolongata BUKRY, p. 34, pl. 12, fig. 10-12.

Les électromicrographies que j'ai observé au Turonien sont rapportées avec doute à W. prolongata. On distingue deux cycles d'éléments et une aire centrale plus grande que chez W. barnesae, mais ne s'agit-il pas de W. barnesae dont le centre est brisé ? d'autant plus que de petits cristaux occupent l'aire centrale, suggérant une structure.

- Répartition. Cette forme est rare au Turonien supérieur.

Les figures 5-7 de la planche 28 représentent des coccosphères rencontrées quelquefois dans les sédiments ; elles appartiennent peut-être au genre Watznaueria et montrent la disposition des coccolithes sur la cellule : les plaquettes calcaires sont imbriquées les unes dans les autres pour assurer sans doute, une meilleure résistance aux courants.

Genre MARKALIUS (Bramlette et Martini), 1964.

emend. Perch-Nielsen, 1958.

Générotype : Markalius inversus (DEFLANDRE), 1954, BRAMLETTE et MARTINI 1964.

Markalius astroporus (STRADNER) HAY & MOHLER

Pl. 16, fig. 1-4.

- 1963 - Cyclococcolithus astroporus STRADNER, p. 75, pl. 9, fig. 5-7, text-fig. 3 (2a-b).
1967 - Markalius astroporus (STRADNER) HAY & MOHLER, p. 1528, pl. 196, fig. 32-35 ; pl. 198, fig. 2,6.

Coccolithe constitué de deux disques circulaires, très rapprochés et épais à stries radiales. Il a été très bien décrit par HAY et MOHLER (1967). Entre nicols croisés, on observe une croix noire, seulement sur la partie médiane ; la taille de l'aire centrale est variable et sa structure souvent brisée.

- Taille : diamètre 9 à 10 μ .

- Répartition. J'ai rencontré des individus au Maestrichtien supérieur, mais c'est surtout au Danien que cette forme atteint son maximum d'extension.

Markalius circumradiatus (STOVER) PERCH-NIELSEN

Pl. 26, fig. 1-5.

- 1966 - Coccolithites circumradiatus, STOVER, p. 139, pl. 5, fig. 2-4 ; pl. 9, fig. 9-10.
1968 - Markalius circumradiatus (STOVER) PERCH-NIELSEN, p. 73, fig. 36-37, pl. 25, fig. 2-7 ; pl. 26, fig. 1-7.
1968 - Cf Tiarolithus pacificus (KAMPTNER) MANIVIT, p. 279, pl. 1, fig. 6.
1969 - Cyclagelosphaera rotaclypeata BUKRY, p. 30, pl. 9, fig. 7,8.

Coccolithe circulaire à subcirculaire constitué de deux disques accolés, dont les éléments de calcite disposés obliquement dans le sens des aiguilles d'une montre n'atteignent pas le centre du coccolithe, ce qui délimite une dépression centrale occupée par des petits cristaux.

N'ayant pu observer ce coccolithe au Santonien ni au Campanien, comme a pu le faire BUKRY au Texas et PERCH-NIELSEN au Maestrichtien, je fais certaines réserves relatives à l'attribution de cette forme curieuse.

- Taille : diamètre 8 à 10 μ .

- Répartition. Cette espèce qui apparaît à l'Albien supérieur est assez rare, on la retrouve au Cénomanién et au Turonien, où elle est parfois présente.

Genre SOLLASITES Black, 1967.

Générotipe : Sollasites barringtonensis BLACK, 1967.

Sollasites horticus (STRADNER, ADAMIKER & MARESCH) ČEPEK & HAY

Pl. 24, fig. 1-5.

1966 - Coccolithus horticus STRADNER, ADAMIKER & MARESCH, p. 337, pl. 2, fig. 4, tex-fig. 1-2.

1967 - Sollasites barringtonensis BLACK, p. 144, fig. 4.

1969 - Costacentrum horticum (STRADNER et al) BUKRY, p. 44, pl. 21, fig. 12.

1969 - Sollasites horticus (STRADNER et al.) ČEPEK & HAY, p. 325, 327, fig. 2 (8).

Ce coccolithe de forme très particulière, examiné en microscopie électronique sur les deux faces, montre nettement deux disques ; le disque distal plus large que le disque proximal, est composé d'éléments imbriqués, et légèrement inclinés.

L'aire centrale est occupée par une barre transversale, parallèle au petit axe de l'ellipse et de trois barres longitudinales et parallèles, constituées de cristaux rhomboédriques.

- Taille : longueur du disque distal, 5 à 6 μ ;
 largeur de l'aire centrale, 2,5 μ .

- Répartition. Cette espèce apparaît dans mon matériel à l'Albien moyen et caractérise une biozone ; elle semble s'éteindre au Cénomanién supérieur.

En Angleterre BLACK l'a décrite dans le Cénomanién inférieur. En Amérique, BUKRY, ČEPEK & HAY ont observé cette forme au Campanien ; il semblerait que S. horticus ait une répartition discontinue, comme Thoracosphaera ou Scapholithus, toutes ces formes apparaissent à l'Albien et disparaissent jusqu'au Campanien où elles réapparaissent. D'autres études, permettront

peut-être de les retrouver dans les étages où elles semblent absentes.

Genre CHIASMOLITHUS Hay, Mohler & Wade, 1966.

Générotype : Chiasmolithus oamaruensis (DEFLANDRE) HAY, MOHLER & WADE, 1966.

Chiasmolithus danicus (BROTZEN) HAY & MOHLER

Pl. 12, fig. 3-4.

1959 - Cribrosphaerella danica BROTZEN, p. 25, text-fig. 9 (N°3-6).

1964 - Coccolithus danicus (BROTZEN) BRAMLETTE & MARTINI, p. 298, pl. 1, fig. 15-16.

1967 - Chiasmolithus danicus (BROTZEN) HAY & MOHLER, p. 1526, pl. 196, fig. 21, 22 ; pl. 198, fig. 8, 12, 13.

Ce coccolithe de forme très caractéristique est composé d'une couronne marginale finement striée. Une structure en "X" occupe une dépression centrale.

- Taille : 9 à 11 μ de long.

- Répartition. Décrite dans le Danien de Suède, et présente dans le Danien d'Aquitaine.

Genre CRUCIPLACOLITHUS Hay & Mohler, 1967.

Générotype : Heliorthus tenuis STRADNER.

Crucioplacolithus tenuis (STRADNER) HAY & MOHLER

Pl. 12, fig. 1-2.

1961 - Heliorthus tenuis STRADNER, p. 84, text-fig. 64-65.

1963 - Coccolithus helis STRADNER, p. 74, pl. 8, fig. 16 ; pl. 9, fig. 1-2.

1967 - Crucioplacolithus tenuis (STRADNER) HAY & MOHLER, p. 1527, pl. 196, fig. 29-31 ; pl. 198, fig. 1-17.

La partie centrale de ce placolithe elliptique, présente une formation cruciforme à branches droites, dont les axes sont légèrement décalés par rapport à ceux de l'ellipse. Le disque distal est finement strié et les extrémités des branches de la croix arrondies.

- Taille : L. 7 à 11 μ ; l. 6 à 8 μ .

- Répartition. Espèce limitée au Danien, apparaît au Danien inférieur et donne son nom à une biozone.

Genre CYCLOCOCCOLITHUS Kamptner, 1958.

Générottype : Coccosphaera leptopora MURRAY & BLACKMAN, 1898.

Cyclococcolithus sp.

Pl. 12, fig. 14-15.

Je rapporte à ce genre, des placolithes circulaires épais, présentant en leur centre, un sillon qui doit correspondre à la limite des deux plaquettes. Ouverture centrale moyenne ; la couronne marginale est ornée de stries obliques.

- Taille : 7 à 8 μ de diamètre.

- Répartition. Je n'ai rencontré cette espèce qu'en fréquence rare, à l'Aptien et à l'Albien.

Genre CRICOLITHUS Kamptner, 1958.

Générottype : Cricolithus multiradiatus KAMPTNER, 1958.

Cricolithus multiradiatus KAMPTNER

Pl. 9, fig. 5-7, 10, 11.

1955 - Coccolithites multiradiatus KAMPTNER, p. 27, fig. 49a-b.

1958 - Cricolithus multiradiatus KAMPTNER, p. 85.

1963 - Ellipticolithites praetextus CARATINI, p. 35, pl. 30, fig. 49, 50.

1965 - Cricolithus cf tornatus KAMPTNER, MANIVIT, p. 192, pl. 2, fig. 10.

1966 - Cyclolithus redimiculatus STOVER, p. 141, pl. 1, fig. 4-5 ; pl. 8, fig. 2.

Ces coccolithes annulaires, simples couronnes elliptiques, furent d'abord classés parmi les "Cyclolithus", en 1948 jusqu'en 1955 par KAMPTNER. CARATINI, en 1963, donna le nom de "Ellipticolithites" à ces simples anneaux formés d'éléments distincts obliques.

Entre nicols croisés, ils fournissent une croix noire à quatre

bras fortement arqués. Au microscope électronique, vus sur la face distale ou de demi profil, la couronne marginale est constituée d'une seule série d'éléments subverticaux, inclinés, et au nombre de 25 à 30. Aucun plancher n'est visible.

Il est surprenant que tous les individus rapportés au genre Cricolithus ne montrent jamais de vestiges, même réduits d'une membrane brisée ou d'un crible.

- Taille : 8,5 à 10 μ de longueur.

- Répartition. Présent de l'Aptien au Maëstrichtien.

Cricolithus ? pemmatoideus DEFLANDRE

Pl. 9, fig. 8, 9 et pl. 10, fig. 1-5.

1964 - Cricolithus pemmatoideus DEFLANDRE, in BIGNOT & LEZAUD, p. 50, fig. 9 (nomem nudum).

1965 - Cricolithus pemmatoideus DEFLANDRE, in MANIVIT, p. 192, pl. 2, fig. 8 a-b.

En 1965, l'auteur du nom m'a fourni la diagnose de cette espèce qui jusqu'à ce jour était considérée comme un "nomem nudum". Ce coccolithe, en forme d'anneau elliptique assez large, fortement strié est constitué de deux couronnes d'éléments très visibles sur la face distale. Il faut noter que ce caractère particulier de l'ultrastructure de ce coccolithe semble l'éloigner des autres Cricolithus. Je crois donc qu'il est nécessaire d'émettre des réserves sur l'attribution générique de cette espèce.

Disque interne formé de petits éléments, tous semblables, mais ne se recouvrant pas ; la couronne marginale est composée d'éléments subverticaux et inclinés. Croix noire caractéristique, à branches très arquées.

- Taille : suivant les individus, cette espèce peut varier du simple au double : L. 9 à 18 μ ; l. 7 à 14 μ .

- Répartition. Cette espèce existe déjà au Néocomien, elle est commune à l'Albien et au Cénomanién, ensuite, seulement présente, mais parfois commune dans certaines craies du Sénonien.

Cette forme est souvent associée à Cyclolithella inflexa et Cricolithus multiradiatus.

Cricolithus solidus (STOVER) nov. comb.

Pl. 9, fig. 1-4.

1966 - Cricolithus solidus STOVER, p. 141, pl. 1, fig. 6-7 ; pl. 8, fig. 3.

Espèce constituée d'une seule couronne d'éléments jointifs, réguliers, assez larges et non imbriqués. On peut compter le plus souvent, 24 éléments ; l'aire centrale est réduite.

- Taille : L. 8 à 10 μ ; l. 6 à 8 μ .

- Répartition. Rare ou présente au Coniacien et au Santonien.

Cricolithus sp.

Pl. 10, fig. 6-9.

J'ai laissé en nomenclature ouverte certains exemplaires, dont la couronne marginale est composée d'éléments très réguliers au nombre de 16 et dont l'aire centrale est généralement assez large.

- Taille : L. 8 à 10 μ ; l. 6 à 8 μ .

- Répartition. Rencontré assez rarement dans le Turonien et le Maestrichtien.

Famille PRINSIACEAE Hay et Mohler, 1967.

Genre ERICSONIA Black, 1964.

Générotype : Ericsonia occidentalis BLACK, 1964.

Ericsonia cava (HAY & MOHLER) PERCH-NIELSEN

Pl. 12, fig. 10, 11.

1967 - Coccolithus cavus HAY & MOHLER, p. 1524, pl. 196, fig. 1-3 ; pl. 197, fig. 5, 7, 10, 12.

1969 - Ericsonia cava (HAY & MOHLER) PERCH-NIELSEN, p. 55, 61, pl. 2, fig. 7, 8.

Forme plutôt elliptique, constituée de deux disques fortement striés.

Les stries correspondent à des segments imbriqués et inclinés dans le sens des aiguilles d'une montre. L'aire centrale forme une dépression. Cette espèce est longuement décrite par HAY & Mohler 1967.

Ericsonia subpertusa HAY & MOHLER

Pl. 12, fig. 7-9.

1967 - Ericsonia subpertusa HAY & MOHLER, p. 1531, pl. 198, fig. 11, 15 ;
pl. 199, fig. 1-3.

Les figures 7 à 9 que je rapporte à cette espèce semblent correspondre à l'illustration et à l'excellente diagnose données par HAY & MOHLER. N'ayant pu examiner cette forme au microscope électronique, je renvoie le lecteur à la diagnose de HAY & MOHLER (1967).

- Taille : diamètre 6 à 8 μ .

- Répartition. Coccolithe limité au Danien, associé à Ericsonia cava.

Famille THORACOSPHAERACEAE Deflandre, 1952

Genre THORACOSPHAERA Kamptner, 1927.

Générotype : Thoracosphaera pelagica KAMPTNER, 1927.

Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER

Pl. 30, fig. 6-7.

1956 - Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER, p. 448-456, text-fig. 1-4.

1967 - Thoracosphaera deflandrei HAY et MOHLER, p. 1534, pl. 203.

J'ai examiné dans mes préparations, des débris de coque de Thoracosphaera, qui, je pense, doivent appartenir à l'espèce "deflandrei", décrite par KAMPTNER ; les éléments polygonaux ne présentent aucune perforation visible.

- Taille : diamètre 25 à 30 μ .

- Répartition. J'ai rencontré quelques exemplaires dans certains gisements de l'Aptien et de l'Albien, puis au Danien, où cette forme réapparaît, présente ; il y a donc discontinuité dans la répartition de cette espèce.

Thoracosphaera operculata BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 30, fig. 8.

1964 - Thoracosphaera operculata BRAMLETTE & MARTINI, p. 305, pl. 5, fig. 3-7.

La coque sphérique possède une ouverture buccale. Les cristaux de calcite constitutifs du test sont petits et irréguliers, je n'ai pas retrouvé d'opercule isolé.

- Taille : diamètre de la sphère, 25 à 30 μ .

- Répartition. Certains exemplaires sont présents dans les échantillons du Danien, plus exactement dans la biozone à "Crucioplacolithus tenuis".

Thoracosphaera sp.

Pl. 30, fig. 5.

Quelques fragments de Thoracosphaera, rencontrés dans la zone à "Crucioplacolithus tenuis", sont laissés en nomenclature ouverte ; leurs éléments presque quadrangulaires assez gros (de l'ordre de 2 à 3 μ) semblent perforés en leur centre.

Famille RHABDOSPHAERACEAE Lemmermann 1908.

Genre RHABDOLITHUS Kampfner ex Deflandre, 1952.

Générotype : Rhabdolithus perlongus DEFLANDRE, 1952.

Rhabdolithus cf perlongus DEFLANDRE

Pl. 20, fig. 15, 16.

1952 - Rhabdolithus perlongus DEFLANDRE, p. 465, fig. 362.

1954 - Rhabdolithus perlongus DEFLANDRE & FERT, p. 44, pl. 12, fig. 34-35, text-fig. 5 a-b.

1961 - Rhabdosphaera perlonga (DEFLANDRE) BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 146, pl. 5, fig. 5.

Je rapproche de l'espèce décrite par DEFLANDRE, des individus en forme de rhabdolithes dont l'embase est mince et la hampe assez épaisse, d'abord cylindrique, se termine en pointe émoussée : canal axial visible.

- Taille : longueur totale, 18 μ environ ; largeur de l'embase, 4 à 5 μ .

- Répartition. Espèce décrite au Lutétien, seuls, quelques exemplaires ont été observés au Maestrichtien.

Rhabdolithus cf rectus DEFLANDRE,

Pl. 20, fig. 7-8.

1954 - Rhabdolithus rectus DEFLANDRE, p. 157, pl. 11, fig. 12.

1965 - Rhabdolithus cf rectus DEFLANDRE, MANIVIT, p. 193, pl. 1, fig. 11 a-b.

1968 - Rhabdolithus cf rectus STRADNER, p. 46, text-fig. 11.

Sont résumés sous cette dénomination spécifique, quelques exemplaires observés en microscopie optique seulement à l'Albien supérieur. L'embase, relativement mince semble composée de deux pièces calcaires séparées par le canal axial de l'embase. Les électromicrographies de STRADNER et autres (1968), correspondent à ma figuration.

- Taille : largeur de l'embase 3,5 μ ; hauteur, 11 μ .

- Répartition. Espèce rencontrée rarement à l'Albien supérieur.

Rhabdolithus aquitanicus n. sp.

Pl. 23, fig. 1-3.

- Holotype : SM 3/52, pl. 23, fig. 1.

Paratype : l. n., n. c., H.M. 988, pl. 23, fig. 2.

- Niveau type : Albien

- Localité type : Audignon (Aquitaine) gisement 988.

- Origine du nom : Aquitaine.

- Diagnose :

Ce rhabdolithes possède une embase très réduite, en forme de bouton, constituée de trois ou quatre cristaux de calcite : de ces derniers, part une hampe fusiforme, partagée par un canal axial qui semble obstrué aux deux extrémités. L'extrémité libre est émoussée.

- Taille : Hauteur, 13 μ , largeur de l'embase, 1,5 μ .

- Répartition. Les exemplaires rencontrés uniquement à l'Albien, en

Aquitaine, sont rares.

Famille CALCIOSOLENIACEAE Kampfner, 1937.

Genre SCAPHOLITHUS, Deflandre, 1954.

Générotype : Scapholithus fossilis DEFLANDRE, 1954.

Scapholithus fossilis DEFLANDRE

Pl. 23, fig. 10-13.

1954 - Scapholithus fossilis DEFLANDRE, p. 51, pl. 8, fig. 12, 16, 17.

1968 - Scapholithus sp. GARTNER, p. 122, pl. 7, fig. 4 a-c.

Coccolithe en forme de parallélogramme allongé dont la structure scalaire est parfaitement visible sur l'électromicrographie (fig. 13). Les lamelles transversales, au nombre de 14 à 20, sont faites d'un seul ou de deux éléments.

- Taille : 4 μ de long.

- Répartition. Ce taxon montre une répartition discontinue : en effet, il est présent à l'Albien, on le rencontre assez rarement au Sénonien, mais le plus souvent au Tertiaire. Il a été décrit au Miocène.

Famille BRAARUDOSPHAERACEAE Deflandre, 1952.

Genre BRAARUDOSPHAERA Deflandre, 1947.

Générotype : Pontosphaera bigelowi GRAN & BRAARUD, 1935.

Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE

Pl. 3, fig. 13, 14, 16.

1935 - Pontosphaera bigelowi GRAN & BRAARUD, p. 389, text-fig. 67.

1947 - Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE, p. 439-441, text-fig. 1-5.

Le genre Braarudosphaera existe depuis le Jurassique jusqu'à l'actuel. Il a été très souvent décrit et figuré par de nombreux auteurs ; je ne reviendrai donc pas sur sa structure pentaradiée simple. Certains individus, corrodés, montrent des plaquettes non plus pentagonales, mais circulaires.

Leur taille peut varier du simple au double et leur épaisseur subit parfois des variations.

J'ai observé dans l'Albien d'Aquitaine, quelques coccosphères sur lesquelles les pentalithes sont imbriqués et superposés ; certains auteurs les ont figurés en forme de dodécaèdres, parfaitement réguliers et à pentalithes jointifs.

- Taille : 10 à 15 μ .

- Répartition. Cette espèce est présente dans mon matériel dès l'Aptien, et s'étend jusqu'au Danien, dans presque tous les gisements : son maximum de fréquence, s'observe au Danien.

Braarudosphaera africana STRADNER

Pl. 3, fig. 15.

1958 - Braarudosphaera à pentalithes très effilés (Albien de Ravix), NOEL, p. 189, pl. 9, fig. 47.

1961 - Braarudosphaera africana STRADNER, p. 82, text-fig. 44 .

1968 - Braarudosphaera africana STRADNER, p. 44, pl. 46.

Pentalithe constitué de plaquettes triangulaires, séparées par des sutures très rectilignes qui délimitent des angles aigus : petite perforation centrale.

- Taille : diamètre, 9 à 11 μ .

- Répartition. Cette forme n'est représentée dans mes échantillons que par quelques individus, seulement à l'Aptien et à l'Albien.

Braarudosphaera discula BRAMLETTE & RIEDEL

Pl. 3, fig. 17.

1954 - Braarudosphaera discula BRAMLETTE & RIEDEL, p. 394, pl. 38, fig. 7.

Cette espèce, au contour arrondi, a été très bien décrite par les auteurs américains. Elle montre un profil en forme de cylindre dont la hauteur de base est à peu près égale au diamètre de base.

- Taille : 8 à 9 μ de diamètre.

- Répartition. Coccolithe abondant au Danien.

Genre MICRANTHOLITHUS Deflandre, 1950.

Générotype : Micrantholithus flos DEFLANDRE, 1950.

Micrantholithus fornicatus MARTINI

Pl. 17, fig. 4-6.

1961 - Micrantholithus fornicatus MARTINI, p. 7, pl. 2, fig. 14; pl. 4, fig. 44 a-b.

Pentalithe "voûté" dont les bras non renforcés sont à terminaison arrondie, la bordure externe de chaque secteur est déprimée. La figure 4 semble peut-être attribuable à Micrantholithus flos DEFLANDRE.

- Taille : 12 μ environ.

- Répartition. Caractéristique du Danien.

Micrantholithus sp.

Pl. 17, fig. 1-3.

J'ai laissé ce coccolithe pentaradié en nomenclature ouverte, n'ayant pu l'observer au microscope électronique. Il pourrait avoir certaines ressemblances avec Micrantholithus obtusus STRADNER (cf. l'électromicrographie de BUKRY & BRAMLETTE, 1969, pl. 5, fig. D).

Au Barrémien, les Micrantholithus que j'ai observés sont de contour irréguliers et semblent avoir des bras plus émoussés et arrondis ; une étude de population serait nécessaire.

- Taille : 9 à 10 μ .

- Répartition. Présent à l'Aptien jusqu'à l'Albien supérieur.

Genre BIANTHOLITHUS Bramlette & Martini, 1964.

Générotype : Biantholithus sparsus BRAMLETTE & MARTINI, 1964

Biantholithus sparsus BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 12, fig. 5-6.

1964 - Biantholithus sparsus BRAMLETTE & MARTINI, p. 305, pl. 4, fig. 21-24.

Cette espèce est facilement identifiable entre nicols croisés où la rotation de la platine laisse apercevoir, environ dix segments, remplis parfois par de la calcite de néoformation.

- Taille : 8 à 10 μ de diamètre.

- Répartition. Je n'ai observé cette forme qu'au Danien, en faible nombre.

Familles INCERTAE SEDIS

Famille FASCICULITHACEAE Hay & Mohler, 1967.

Genre FASCICULITHUS Bramlette & Sullivan, 1961.

Générotype : Fasciculithus involutus BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961

Fasciculithus sp.

Pl. 11, fig. 14-16.

J'ai laissé en nomenclature ouverte, ce coccolithe de faible taille, que je ne peux rattacher à une espèce connue, n'ayant pu l'examiner au microscope électronique. Peut-être s'agit-il de Fasciculithus tympaniformis HAY & MOHLER ?

- Taille : diamètre 6 à 7 μ .

- Répartition. Je n'ai rencontré cette forme que dans le Danien de Loubieng (Aquitaine). Il apparaît au Danien supérieur et caractérise une biozone, jusqu'à l'apparition de Heliolithus kleinpelli SULLIVAN.

HAY & MOHLER, en 1967, ont défini, en Aquitaine, une biozone à Fasciculithus tympaniformis qui a été aussi retrouvée en Italie.

Famille MICRORHABDULACEAE Deflandre, 1963.

Genre MICRORHABDULUS Deflandre, 1959.

Générotype : Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE, 1959.

Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE

Pl. 18, fig. 1-5.

1959 - Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE, p. 141, pl. 4, fig. 1-5.

Ces baguettes calcaires, cylindriques, communes dans les craies du Sénonien, sont particulièrement reconnaissables en lumière polarisée. L'auteur de l'espèce a donné une excellente diagnose et de nombreuses illustrations qui permettent de reconnaître facilement cette forme.

- Taille : difficile à déterminer exactement, car les individus observés sont souvent brisés.

- Répartition. Cette forme apparaît au Turonien supérieur, est présente au Coniacien et au Santonien, puis commune au Campanien et au Maestrichtien.

Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 18, fig. 6-8.

1964 - Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE & MARTINI, p. 316, pl. 6, fig. 3-4.

Coccolithe, proche de Microrhabdulus decoratus, s'en différenciant cependant entre nicols croisés, car les segments alternativement éclairés, sont triangulaires ; ce phénomène est nettement visible à l'observation avec la teinte sensible.

- Répartition. Cette espèce apparaît au Campanien supérieur, où elle est rare, puis devient présente dans tout le Maestrichtien.

Genre MICRORHABDULINUS Deflandre, 1963.

Générotype : Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE, 1963.

Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE

Pl. 18, fig. 9-12.

1963 - Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE, p. 3486, fig. 20-25.

Ces bâtonnets presque cylindriques, figurés planche 18, se rapportent à la diagnose et aux figurations données par DEFLANDRE. La disposition des cristaux montre nettement une structure torsadée, caractéristique de l'espèce.

- Taille : elle est variable et oscille entre 35 et 50 μ .

- Répartition. Rare au Santonien et au Campanien.

Genre LITHRAPHIDITES Deflandre, 1963.

Générotype : Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE, 1963.

Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE

Pl. 16, fig. 13-15.

1963 - Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE, p. 3486, fig. 1-8.

Bâtonnets calcaires, fusiformes, à section transversale cruciforme ; quatre segments de même taille sont orientés à 90° les uns par rapport aux autres.

- Taille : variable, car ils sont souvent brisés.

- Répartition. Coccolithes présents ou communs dans presque tous les échantillons depuis l'Aptien, jusqu'au Maestrichtien.

Lithraphidites quadratus BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 16, fig. 11.

1964 - Lithraphidites quadratus BRAMLETTE & MARTINI, p. 310, pl. 6, fig. 16-17 ; pl. 7, fig. 8.

Cette espèce, porte des expansions lamellaires plus ou moins développées et épaisses dans le plan des branches de la croix.

- Taille : 8 à 11 μ de long.

- Répartition. Ce coccolithe est présent dès la base du Maestrichtien, il a donné son nom à une biozone qui caractérise le Maestrichtien inférieur et moyen avec Tetralithus quadratus et Tetralithus nitidus.

Lithraphidites grossopectinatus BUKRY

Pl. 16, fig. 12.

1969 - Lithraphidites grossopectinatus BUKRY, p. 66, pl. 40, fig. 3.

Sa structure est caractéristique du genre mais les quatre segments qui se rejoignent à 90° sont découpés en dents de scie ; cette denticulation n'atteint pas l'axe central.

- Taille : Diamètre maximum 8 μ .

- Répartition. Cette forme est rare, mais caractérise la zone à Nephrolithus frequens, avec Tetralithus murus, c'est-à-dire, le Maestrichtien supérieur.

Genre RHABDOPHIDITES nov. gen.

- Diagnose : ce nouveau genre est classé dans la famille des Microrhabdulidés, de par sa ressemblance avec le genre Lithraphidites : comme ce dernier, il a l'allure d'un bâtonnet fusiforme à section transversale cruciforme : quatre segments sont orientés à 90° l'un par rapport à l'autre. A une des extrémités, le bâtonnet est renflé en une petite couronne d'éléments formant un bouton et rappelant un embryon d'embase de rhabdolithes. Les quatre segments sont donc reliés à une extrémité de cette amorce d'embase.

Générotype : Rhabdophidites moeslensis.

Rhabdophidites moeslensis nov. gen., n. sp.

Pl. 20, fig. 17.

- Holotype : S.M. 7/33, H.M. 1005, pl. 20, fig. 17.

- Niveau type : cette espèce n'a été que rarement rencontrée, et uniquement dans le gisement des Côtes de Moëslains (Haute Marne).

- Localité type : Côtes de Moëslains.

- Origine du nom : du grec "rhabdos" = baguette et "phidites" = grêle.

Ces deux termes ont été volontairement accolés pour souligner l'affinité du nouveau genre avec les genres Rhabdolithus et Lithraphidites.

- Diagnose : Le genre étant monotypique, la diagnose donnée pour le genre ci-dessus, est valable pour l'espèce.

- Répartition : Rare dans l'Albien des Côtes de Moëslains (Haute Marne), existe peut-être dans d'autres gisements du même étage, mais nécessite d'être observé en microscopie électronique pour qu'on le différencie de Lithraphidites carniolensis. D'autre part, certains individus ayant perdu l'embase réduite et sans doute fragile, doivent être confondus avec

Lithraphidites carniolensis.

Famille CERATOLITHACEAE Norris, 1965.

Genre CERATOLITHOIDES Bramlette & Martini, 1964.

Générotype : Ceratolithoides kamptneri BRAMLETTE & MARTINI, 1964.

Ceratolithoides kamptneri BRAMLETTE & MARTINI

Pl. 12, fig. 12, 13.

1964 - Ceratolithoides kamptneri BRAMLETTE & MARTINI, p. 308, pl. 5, fig. 13-14.

Les individus examinés sont légèrement différents de ceux figurés par BRAMLETTE & MARTINI, car la pièce qui articule les deux bras est proéminente et épaisse.

On note des variations dans la courbure et la terminaison des bras plus ou moins arrondis.

- Taille : 6 à 7 μ .

- Répartition. Forme rare au Maestrichtien d'Aquitaine.

Famille NANNOCONACEAE Deflandre, 1959.

Genre NANNOCONUS Kamptner, 1931.

Les Nannoconus sont de petits corpuscules calcaires, constitués par l'empilement hélicoïdal de petits coins de calcite, autour d'un canal axial.

Ces organismes ont une position systématique encore douteuse, et comme l'a signalé G. DEFLANDRE, elle "est fondée sur des bases précaires, les diverses espèces restent difficiles à distinguer et la réalisation de progrès nécessite cependant de passer par une étape de pulvérisation des espèces, quitte à recourir à des regroupements motivés". (1967, p. 775).

Les Nannoconus sont utiles en stratigraphie, et on les rencontre au Crétacé inférieur et supérieur ; ils semblent s'éteindre après le Campanien. Nos connaissances sur l'évolution de ce groupe sont réduites ; des études de population seraient nécessaires : elles demandent l'observation

d'un grand nombre d'échantillons et d'individus et l'application de méthodes paléobiométriques.

Remarque : les sédiments qui renferment des Nannoconus correspondent à des faciès particuliers : calcaires marneux, mais le plus souvent des calcaires compacts. Associés souvent aux Calpionelles et aux Radiolaires dans le Crétacé inférieur, les Nannoconus doivent être considérés comme des témoins d'une sédimentation en eaux calmes et aérées et non très profondes comme le signalait G. COLOM (1957).

J'ai pu constater au Néocomien (1967) que les Nannoconus se raréfiaient ou disparaissaient dès que le dépôt reflétait une influence néritique, et surtout des apports terrigènes alors que les Tintinnoidiens pouvaient encore persister.

Les électromicrographies, représentées planches 31 et 32, montrent des Nannoconus vus debout (fig. 7, 9) et couchés (fig. 1). L'épaisseur des parois est mise en évidence, ainsi que l'enroulement spiralé des éléments de calcite uniformes.

L'identification spécifique semble difficile d'après l'examen au microscope électronique, du fait de l'épaisseur de ces organismes et seul l'examen de surfaces polies au microscope électronique à balayage permet la comparaison avec les images obtenues en microscopie photonique.

Générotype : Nannoconus steinmanni KAMPTNER, 1931.

Nannoconus calpidomorphus DEFLANDRE

Pl. 32, fig. 16.

1962 - Nannoconus calpidomorphus DEFLANDRE, p. 2639, fig. 5 ; DEFLANDRE, 1967, p. 775.

Je ne reviendrai pas sur la description de cette espèce parfaitement décrite par l'auteur du nom.

- Taille : L 16 μ ; l. maximum 11 μ .

- Répartition. Rencontré quelquefois dans le Gargasien de Gargas (Basses Alpes).

Nannoconus cf carniolensis DEFLANDRE

Pl. 32, fig. 11, 17.

1962 - Nannoconus carniolensis DEFLANDRE, p. 2639, fig. 1-4 ; DEFLANDRE, 1967, p. 775.

Les individus figurés planche 32, figures 11 et 17 sont des variations de ceux que DEFLANDRE a décrit en 1967 et figuré en 1962. Dans les exemplaires que j'ai observés, le bord supérieur n'est pas très évasé et l'aplatissement est guère marqué.

Par contre, on note parfois deux ou trois constriction sur l'un des flancs du Nannoconus. La cavité interne, relativement large, épouse bien la forme externe. La structure cunéolaire est nette.

- Taille : L. 9 à 10 μ ; l. 7,5 à 11 μ .

- Répartition. Bédoulien, en fréquence rare.

Nannoconus elongatus BRÖNNIMANN

Pl. 32, fig. 3, 5, 15.

1955 - Nannoconus elongatus BRÖNNIMANN, p. 38, pl. 1, fig. 10-14, text-fig. 2 v-y.

1960 - Nannoconus elongatus DEFLANDRE, p. 176, pl. 1, fig. 14-17.

Les exemplaires figurés, représentent quelques variations de cette espèce qui admet des différences dans la taille ou dans le calibre des coins de calcite, constitutifs de la paroi, ou encore, dans la forme de la base.

- Taille : L. 12 à 17 μ ; l. 9 à 10 μ .

- Répartition. J'ai rencontré cette forme dès le Gargasien, en fréquence assez rare ; elle devient présente au Cénomanién et au Turonien, puis s'éteint au Campanien.

Nannoconus elongatus var. cylindrus DEFLANDRE et DEFLANDRE

Pl. 32, fig. 2.

1960 - Nannoconus elongatus var. cylindrus DEFLANDRE & DEFLANDRE, p. 176, pl. 1, fig. 20, 21.

Nannoconus allongé montrant un test très cylindrique, deux fois plus long que large.

- Taille : 17 à 20 μ de long, largeur 9 à 10 μ .

- Répartition. Rencontré très rarement au Cénomaniens.

Nannoconus globulus BRÖNNIMANN

Pl. 31, fig. 3-4.

1955 - Nannoconus globulus BRÖNNIMANN, p. 37, pl. 2, fig. 13, 18, 23, text-fig. 3 a-h.

Nannoconus circulaire très bien décrit par l'auteur du nom, aussi je ne reviendrai pas sur sa description.

- Taille : diamètre, 9 à 12 μ .

- Répartition. Décrite dans le Néocomien de Cuba, en association avec Nannoconus colomi, Nannoconus steinmanni et Nannoconus kamptneri. Cette espèce est fréquente dans le Crétacé inférieur.

Dans mon matériel, je ne l'ai rencontrée qu'à l'Aptien inférieur où elle semble s'éteindre au sommet de ce sous-étage.

Nannoconus minutus BRÖNNIMANN

Pl. 32, fig. 9.

1955 - Nannoconus minutus BRÖNNIMANN, p. 38, pl. 2, fig. 4, 6, 8, 12, text-fig. 2 t-u.

Ce Nannoconus est caractérisé par sa petite taille ; les parois du test sont droites et les stries superficielles sont perpendiculaires à l'axe du cylindre.

- Taille : longueur 5 à 7 μ .

- Répartition. Apparaît à la base de l'Aptien, où elle est commune, et s'éteint à l'Albien supérieur.

Nannoconus multicaudus DEFLANDRE & DEFLANDRE

Pl. 32, fig. 4.

1960 - Nannoconus multicaudus DEFLANDRE & DEFLANDRE, p. 177, pl. 1, fig. 10-13.

Le test cylindrique de ce Nannoconus porte des constrictiones qui donnent l'impression que deux ou trois tests sont superposés. Ces tests ressemblent beaucoup à ceux de Nannoconus truitti qui seraient empilés par deux ou trois.

La cavité axiale cylindrique s'élargit au niveau des constrictiones.

- Taille : L. 20 μ ; l. 9 à 12 μ .

- Répartition. Apparaît au Turonien, en fréquence rare, s'éteint au Santonien supérieur.

Nannoconus truitti BRÖNNIMANN

Pl. 32, fig. 6, 8, 10, 12-14.

1955 - Nannoconus truitti BRÖNNIMANN, p. 38, pl. 2, fig. 2-5, 7, text-fig. 2 f-j.

1960 - Nannoconus truitti BRÖNNIMANN, DEFLANDRE, p. 177, pl. 1, fig. 1.

Nannoconus en forme de tonnelet, aussi large que haut, possédant une cavité centrale parfois aussi large que l'épaisseur de la paroi.

On note des variations dans la taille et dans l'orientation des "coins". Cette espèce est difficile à différencier de Nannoconus bucheri. Cependant, Nannoconus truitti montre une extension plus longue.

- Taille : diamètre 8 à 12 μ , certains individus sont plus larges que longs et vice-versa.

- Répartition. Cette forme apparaît à l'Aptien basal en fréquence abondante, puis devient présente à l'Albien jusqu'au Campanien.

Nannoconus wassali BRÖNNIMANN

Pl. 31, fig. 5-9.

1955 - Nannoconus wassali BRÖNNIMANN, p. 39, pl. 1, fig. 4, 8, 9, 15, 17, 21; pl. 2, fig. 22, text-fig. 2 o-s.

Cette espèce est facilement reconnaissable à cause de sa forme en poire ; la cavité large et ovoïde, le distingue des autres espèces.

- Taille : longueur 14 à 20 μ ; diamètre 11 à 15 μ .

- Répartition. J'ai rencontré cette forme dans mon matériel, uniquement à l'Aptien où elle est parfois commune, surtout dans les sondages d'Aquitaine. Elle existe déjà au Néocomien supérieur.

Genres INCERTAE SEDIS

Genre COCCOLITHITES Kamptner, 1955.

Générotype : non désigné.

"Coccolithites"?supracretaceus REINHARDT

Pl. 5, fig. 14-18.

1965 - "Coccolithites" supracretaceus REINHARDT, p. 40, pl. 2, fig. 7-8.

1968 - Biscutum ? supracretaceum (REINHARDT) PERCH-NIELSEN, p. 80, pl. 23, fig. 9-12.

Cette petite forme elliptique est reconnaissable entre nicols croisés au cours de la rotation de la platine ; en lumière naturelle, on distingue une perforation centrale qui paraît se dédoubler lorsque l'on fait varier la mise au point.

- Taille : 6 à 8 μ .

- Répartition. Décrit par REINHARDT dans le Turonien, ce coccolithe apparaît dans mon matériel à la base du Cénomaniens et s'éteint à la fin du Turonien.

Genre HAYESITES nov. gen.

Origine du nom : ce nannofossile est dédié au Professeur W.W. HAY, que je remercie vivement pour avoir bien voulu accepter la charge de rapporteur de ce travail.

Je classe ce nouveau genre dans les Incertae-sedis. De forme étoilée, en microscopie optique et lumière naturelle, il fait penser à un Discoaster, mais entre nicols croisés, on observe une figure de polarisation, suivant deux diagonales, qui rejoignent en se croisant les pointes opposées de l'étoile.

Cette dernière montre sept ou huit bras pointus ou émoussés, dont

certains sont parfois brisés.

La face proximale est percée en son centre, tandis que la face distale porte une proéminence centrale donnant l'impression d'être un bouton floral à sept ou huit étamines. Ces sept ou huit éléments de calcite, robustes, sont dans un plan différent de celui des huit ou neuf pointes externes de l'étoile dont les terminaisons rappellent des griffes cornées.

Examiné en microscopie électronique, ce curieux microorganisme, est constitué de plusieurs séries concentriques de cristaux de calcite, imbriqués, se recouvrant telles des écailles.

Générotype : Hayesites albiensis.

Hayesites albiensis n. sp.

Pl. 14, fig. 1-7.

- Holotype : SM 4/42, Albien de Moëslains (Haute Marne) HM 1006, X 13.500 environ, déposé dans la collection du laboratoire de Paléontologie.

- Paratype : HM 1006, Albien de Moëslains et HM 988, Albien d'Audignon (Aquitaine).

- Niveau type : Albien inférieur moyen.

- Origine du nom : correspond au nom du niveau albien où ce nannofossile a toujours été observé.

- Diagnose : La description de cette espèce correspond intégralement à celle du genre, indiqué ci-dessus. Ce coccolithe avait été laissé en nomenclature ouverte dans ma publication de 1965 (p. 194 et pl. 2, fig. 20 a-c).

- Taille : diamètre total 5 à 6 μ ; longueur des pointes, 1 à 1,5 μ ; diamètre central 2,5 à 3 μ .

- Répartition. Ce nannofossile de petite taille a toujours été rencontré dans l'Albien d'Aquitaine et dans les Côtes de Moëslains (Haute Marne). Il est généralement rare mais parfois présent à l'Albien moyen.

Genre LUCIANORHABDUS Deflandre, 1959.

Générotype : Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE, 1959.

Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE

Pl. 15, fig. 1, 2 ; pl. 16, fig. 5 et 6.

1959 - Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE, p. 142, pl. 4, fig. 11-25.

Ces nannofossiles caractéristiques des formations crayeuses du Sénonien, ont des formes variables ; ce sont des baguettes calcaires constituées de quatre éléments parallèles et accolés. Certains individus sont corrodés, d'autres surchargés de calcite secondaire.

- Taille : très variable, de 10 à 30 μ .

- Répartition. Apparaît au Turonien moyen, abondant au Campanien, disparaît au Maestrichtien.

Genre LITHASTRINUS Stradner, 1962.

Générottype : Lithastrinus grilli STRADNER, 1962.

Lithastrinus floralis STRADNER

Pl. 15, fig. 3, 7-11, 15, 16.

1962 - Lithastrinus floralis STRADNER, p. 370, pl. 2, fig. 6-11.

1963 - Cyclodiscolithus radialis CARATINI, p. 23, pl. 2, fig. 28-31.

1966 - Eprolithus floralis (STRADNER) STOVER, p. 149, pl. 7, fig. 4-7; pl. 9 fig. 21.

1966 - Lithastrinus moratus STOVER, p. 149, pl. 7, fig. 20.

1968 - Polycyclololithus brotzeni FORCHEIMER, p. 41, pl. 6, fig. 6, 7.

Sur les électromicrographies (fig. 15 et 16) de la face proximale d'un individu, on distingue nettement les neuf rayons se rejoignant au centre et correspondant aux éléments pétaloïdes de la couronne externe (ici, 9, mais pouvant osciller de 6 à 9). Sur la figure 16, l'individu a subi une recristallisation secondaire. Le centre de la cupule est parfois brisé. Les figures 7 et 8 sont très proches des dessins donnés par STRADNER (1962).

- Taille : 7 à 8 μ .

- Répartition. Espèce commune de l'Aptien supérieur au Maestrichtien.

Lithastrinus grilli STRADNER

Pl. 15, fig. 4-6, 12.

1962 - Lithastrinus grilli STRADNER, p. 369, pl. 2, fig. 1-5.

La structure de cette espèce est constituée par un court cylindre avec des rayons plus ou moins longs, délimitant des pétales pointus, au nombre de 6 à 7.

- Taille : 9 à 10 μ .

- Répartition. Ce taxon a donné son nom à une zone, il apparaît au Turonien basal, et n'est fréquent qu'au Turonien, semblant s'éteindre au Coniacien supérieur.

Lithastrinus septentrionalis STRADNER

Pl. 15, fig. 13, 14.

1963 - Lithastrinus septentrionalis STRADNER, p. 11, pl. 2, fig. 7, 7a.

Coccolithe circulaire, en forme de rosette, composée d'une vingtaine de secteurs, parfois cachés par de la calcite de recristallisation.

- Taille : 10 à 12 μ de diamètre.

- Répartition. Connu de l'Hauterivien supérieur à l'Aptien supérieur.

Genre MARTHAsterites Deflandre, 1959.

Générotype : Marthasterites furcatus DEFLANDRE, 1954.

Marthasterites furcatus DEFLANDRE

Pl. 16, fig. 7 et 8.

1954 - Discoaster furcatus (?) furcatus DEFLANDRE, pl. 13, fig. 14.

Bien que pouvant rappeler certains Discoastéridés, j'ai classé ici, ces corpuscules triangulaires dont les branches s'ouvrent à leur extrémité en deux lobes ou pointes non situées dans le même plan. Les individus présentent des variations portant sur les lobes qui peuvent être tronqués, arrondis ou parfois très réduits.

- Taille : 6 à 10 μ .

- Répartition. Cette forme a donné son nom à une biozone, elle semble apparaître au Coniacien moyen et s'éteindre à la base du Campanien. Elle caractérise très bien le Coniacien supérieur et le Santonien. Elle a été décrite dans le Santonien d'Amérique.

Marthasterites inconspicuus DEFLANDRE, 1959

Pl. 16, fig. 9-10.

1959 - Marthasterites inconspicuus DEFLANDRE, p. 140, pl. 3, fig. 6-14.

Ce coccolithe peut se présenter sous deux aspects ; l'individu de la figure 9, a trois rayons bien séparés formant des angles très nets, par contre, l'organisme de la figure 10 est plus volumineux, il a subi une recristallisation secondaire.

- Taille : 4 à 6 μ .

- Répartition. Je n'ai observé ce coccolithe qu'au Maestrichtien moyen et supérieur (zone à Nephrolithus frequens). Il a été décrit dans le Sénonien de France et de Pologne ; BRAMLETTE & MARTINI l'ont retrouvé dans le Maestrichtien supérieur du Danemark, de Tunisie et d'Amérique.

Genre MICULA Vekshina, 1959.

Générotype : Discoaster staurophorus GARDET, 1955.

Micula staurophora (GARDET) STRADNER

Pl. 17, fig. 11-15.

1955 - Discoaster staurophorus GARDET, p. 534, pl. 10, fig. 96.

1959 - Micula decussata VEKSHINA, p. 71, pl. 1, fig. 6 ; pl. 2, fig. 11.

1959 - Trochoaster staurophorus (GARDET) STRADNER, p. 82, pl. 10, fig. 37.

1960 - Nannotetraster staurophorus (GARDET) MARTINI & STRADNER, p. 101, pl. 31, fig. 2-4.

1960 - Micula staurophora (GARDET) STRADNER, p. 13, fig. 12 a-c.

Ce coccolithe de forme cubique, porte des côtés concaves constitués de plusieurs cristaux de calcite à orientation optique différente. Sur une face du cube, on observe une formation en étoile qui s'éclaire et s'éteint

quatre fois entre nicols croisés pendant la rotation de la platine, de 360°.

Certains individus, ont les côtés très concaves, d'autres, les bords émoussés. Enfin, certains sont nettement plus gros que la majorité.

- Taille : 4 à 10 μ .

- Répartition. Cette forme apparaît au Turonien supérieur, et devient très abondante au Campanien et Maestrichtien.

Genre RHOMBOASTER Bramlette & Sullivan , 1961.

Générotype : Rhomboaster cuspis BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961.

Rhomboaster cuspis BRAMLETTE & SULLIVAN

Pl. 23, fig. 8, 9.

1961 - Rhomboaster cuspis BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 166, pl. 14, fig. 17-19.

Forme constituée d'un seul cristal rhomboédrique, qui, lors d'une rotation de la platine, en milieu visqueux, laisse voir quelques unes des arêtes.

Ce coccolithe est parfois difficile à distinguer de Micula staurophora, lorsque ce dernier a les côtés très concaves et les angles trièdres en forme d'épines.

- Répartition. Espèce rare au Maestrichtien.

Genre RUCINOLITHUS Stover, 1966.

Générotype : Rucinolithus hayi STOVER, 1966.

Rucinolithus cf hayi STOVER

Pl. 25, fig. 16, 17.

1966 - Rucinolithus hayi STOVER, p. 156, pl. 7, fig. 21 ; pl. 9, fig. 22.

1969 - Discoaster ? hayi BUKRY, p. 65, pl. 38, fig. 10-12.

Ces coccolithes à six bras lancéolés, n'ont pas tout à fait l'apparence d'une rosette épaisse munie d'une perforation centrale, comme le figurait STOVER en 1966. Cependant, n'ayant pu observer en microscopie électronique cette petite forme à huit bras pointus, je doute de son attribution

générique mais je pense qu'il est préférable de rapporter ces coccolithes à l'espèce de STOVER, et placer en synonymie, le "Discoaster" hypothétique que BUKRY a trouvé dans des niveaux identiques.

- Répartition. Assez rare, au Santonien, dans mon matériel ; cette espèce a été décrite par STOVER dans le Santonien - Campanien et par BUKRY, au Campanien.

Genre TETRALITHUS Gardet, 1955.

Générotype : Tetralithus pyramidus GARDET, 1955.

Tetralithus aculeus (STRADNER) GARTNER

Pl. 25, fig. 13-15.

1961 - Zyghrablithus aculeus STRADNER, p. 81, fig. 53-57.

1968 - Tetralithus sp. aff. Tetralithus aculeus (STRADNER) GARTNER, p. 43, pl. 9, fig. 5 ; pl. 13, fig. 5.

Les figures que j'ai pu observer au microscope optique coïncident bien avec les dessins de STRADNER, et il semble que ce tétralithe, vu sur la face distale, soit constitué de deux pièces calcaires, différenciées par une ligne de suture. N'ayant pu examiner cette espèce au microscope électronique, je ne puis l'affirmer.

- Taille : 8 à 13 μ .

- Répartition. J'ai toujours rencontré ce Tétralithe dans le Campanien supérieur, principalement dans les marnes du flysch d'Aquitaine, dans le lit des ruisseaux ; cette formation correspond à la zone à Globotruncana calcarata.

Tetralithus gothicus DEFLANDRE

Pl. 25, fig. 18-21.

1959 - Tetralithus gothicus DEFLANDRE, p. 138, fig. 25.

Ce coccolithe, de contour ogival a été décrit par DEFLANDRE et figuré ensuite par MARTINI en 1961. J'ai parfois remarqué des individus qui

possèdent deux plaques plus longues que les deux autres (fig. 19).

- Taille : 11 à 12 μ .

- Répartition. Présent de l'Aptien au Turonien supérieur.

Tetralithus murus MARTINI

Pl. 25, fig. 11 et 12.

1961 - Tetralithus murus MARTINI, p. 4, pl. 1, fig. 6 ; pl. 4, fig. 42.

Les individus figurés planche 25, sont identiques à ceux que MARTINI a décrit ; il semble que ce tétralithe ne soit présent que dans le domaine mésogéen : je ne l'ai pas rencontré à Maestricht.

BRAMLETTE & MARTINI (1964) le signalent dans le Maestrichtien supérieur d'Aquitaine, de Tunisie et d'Amérique. Ce coccolithe apparaît en même temps que Nephrolithus frequens, dans la zone à Globotruncana contusa.

Tetralithus nitidus MARTINI

Pl. 25, fig. 22 et 23.

1961 - Tetralithus nitidus MARTINI, p. 4, pl. 1, fig. 5 ; pl. 4, fig. 41.

1963 - Tetralithus gothicus DEFLANDRE de STRADNER, p. 14, pl. 6, fig. 1.

Les exemplaires observés, sont généralement trifides et les formes à quatre bras souvent endommagées et analogues aux figures de MARTINI et à celles de GARTNER (pl. 9, fig. 14 ou pl. 13, fig. 3-4).

- Taille : 15 à 20 μ .

- Répartition. Il n'est seulement présent qu'en Aquitaine et apparaît à la base de la biozone à Lithraphidites quadratus, équivalent de la zone à Globotruncana stuarti (Maestrichtien basal).

Tetralithus obscurus DEFLANDRE

Pl. 25, fig. 3-5.

1959 - Tetralithus obscurus DEFLANDRE, p. 138, pl. 3, fig. 36-39.

Ce Tétralithe est nettement reconnaissable en lumière polarisée car deux secteurs s'éclairent ou s'éteignent alternativement au cours de la

rotation de 45° ; d'autre part, les deux plaquettes opposées se touchent sur une courte ligne.

- Taille : 6 à 8 μ .

- Répartition. Présent depuis le Santonien, jusqu'au Maestrichtien supérieur, il peut être abondant dans la zone à Lithraphidites quadratus et Microrhabdulus stradneri. Il a été décrit également dans le Maestrichtien de Pologne.

Tetralithus pyramidus GARDET

Pl. 25, fig. 1, 2, 6-8.

1955 - Tetralithus pyramidus GARDET, p. 521, pl. 7, fig. 66.

Les canaux qui séparent les quatre plaques cristallines sont visibles aussi bien sur les formes trifides que sur les individus à quatre plaques ; les figures 6 et 7 semblent correspondre au dessin de STRADNER, 1963, pl. 6, fig. 4.

- Taille : 5 à 7 μ .

- Répartition. Apparaît au début du Santonien, jusqu'au Campanien supérieur où il est assez commun.

Tetralithus quadratus STRADNER

Pl. 25, fig. 9 et 10.

1961 - Tetralithus quadratus STRADNER, p. 86, fig. 92.

Je n'ai pu observer ce tétralithe que dans la zone à Lithraphidites quadratus, il a été décrit dans le Paléocène, sans doute remanié et ensuite en Amérique par BUKRY dans le Santonien ; je pense que l'individu représenté par cet auteur doit plutôt s'identifier à Tetralithus pyramidus GARDET.

Genre PITHONELLA Lorenz, 1902 emend. BIGNOT & LEZAUD, 1964.

Générotype : Pithonella ovalis (KAUFMANN) LORENZ, 1902 prs sec. BONET, 1956 = Lagena ovalis KAUFMANN, 1865.

La liste synonymique comporte plus de 40 références données dans BONET,

1956. La description du genre est parfaitement réalisée in BIGNOT & LEZAUD, 1964.

Pithonella ovalis (KAUFMANN 1865) BIGNOT & LEZAUD

Pl. 31, fig. 1,2.

(Pour la synonymie et la description, voir BIGNOT & LEZAUD, 1964).

Autrefois, les craies à Pithonelles étaient dénommées "craies à Fissurines". J'ai généralement rencontré plus de Pithonella sphaerica que de Pithonella ovalis. Leur présence, parfois leur abondance, sert à caractériser le Turonien et le Coniacien.

Elles sont associées aux Nannoconus et aux coccolithes et constituent une part importante de certaines craies. Comme les Nannoconus, les Pithonelles semblent être des organismes pélagiques d'eaux relativement chaudes et aérées, témoins d'une sédimentation carbonatée.

La figure 1 de la planche 31, représente une coupe optique longitudinale d'un individu, observé dans un montage réalisé dans le baume de Canada ; on distingue la coque ovoïde à paroi calcitique épaisse, constituée de trois couches, et, amincie dans la région aborale. L'extrémité orale montre une ouverture en tonnelet.

Entre nicols croisés, la couche moyenne présente une croix noire excentrée caractéristique. L'ornementation est faite de petits granules disposés sans ordre apparent.

- Taille : longueur 0,050 mm, diamètre équatorial, 0,025 mm.

- Répartition. Rare au Cénomanién, où elle apparaît, présente au Turonien et au Coniacien dans mes échantillons crayeux.

Je l'ai bien examinée dans le Turonien de Touraine et dans la craie des falaises de Normandie.

Pithonella sphaerica (KAUFMANN, 1865) BIGNOT & LEZAUD

Pl. 30, fig. 1-4.

La figure 1, représente un individu entier dont la surface du test

et l'ouverture sont très visibles.

Les figures 2 et 3 montrent la surface du test un peu corrodée en lumière naturelle et entre nicols croisés avec la croix noire légèrement excentrée.

La figure 4, est une coupe longitudinale d'un individu isolé, qui laisse voir la paroi, faite de trois couches.

- Taille : 0, 040 mm de diamètre équatorial.

- Répartition. Apparaît en fréquence rare, dès l'Albien supérieur, présent au Cénomanién et au Turonien, commun au Coniacien.

Variation du nombre des espèces décrites en fonction des étages.

J'ai tenté de représenter graphiquement la variation du nombre des espèces observées en fonction des étages étudiés.

L'analyse de la figure 5 nous donne une vue d'ensemble de l'évaluation de la nannoflore du Crétacé.

En effet, les deux courbes de ce diagramme, montrent que l'Albien, le Cénomanién et le Turonien s'enrichissent d'un nombre d'espèces assez élevé, alors qu'au Coniacien et Santonien, très peu d'espèces apparaissent. Ces derniers niveaux conservent seulement l'héritage des étages précédents.

Par contre, au Campanien et Maestrichtien, un renouvellement des espèces s'effectue et le stock de la nannoflore est assez important, pour diminuer ensuite au Danien où, seules persistent une douzaine d'espèces qui font leur apparition à cet étage.

Nombre des espèces de nannofossiles crétacés observés par différents auteurs en Europe et en Amérique .

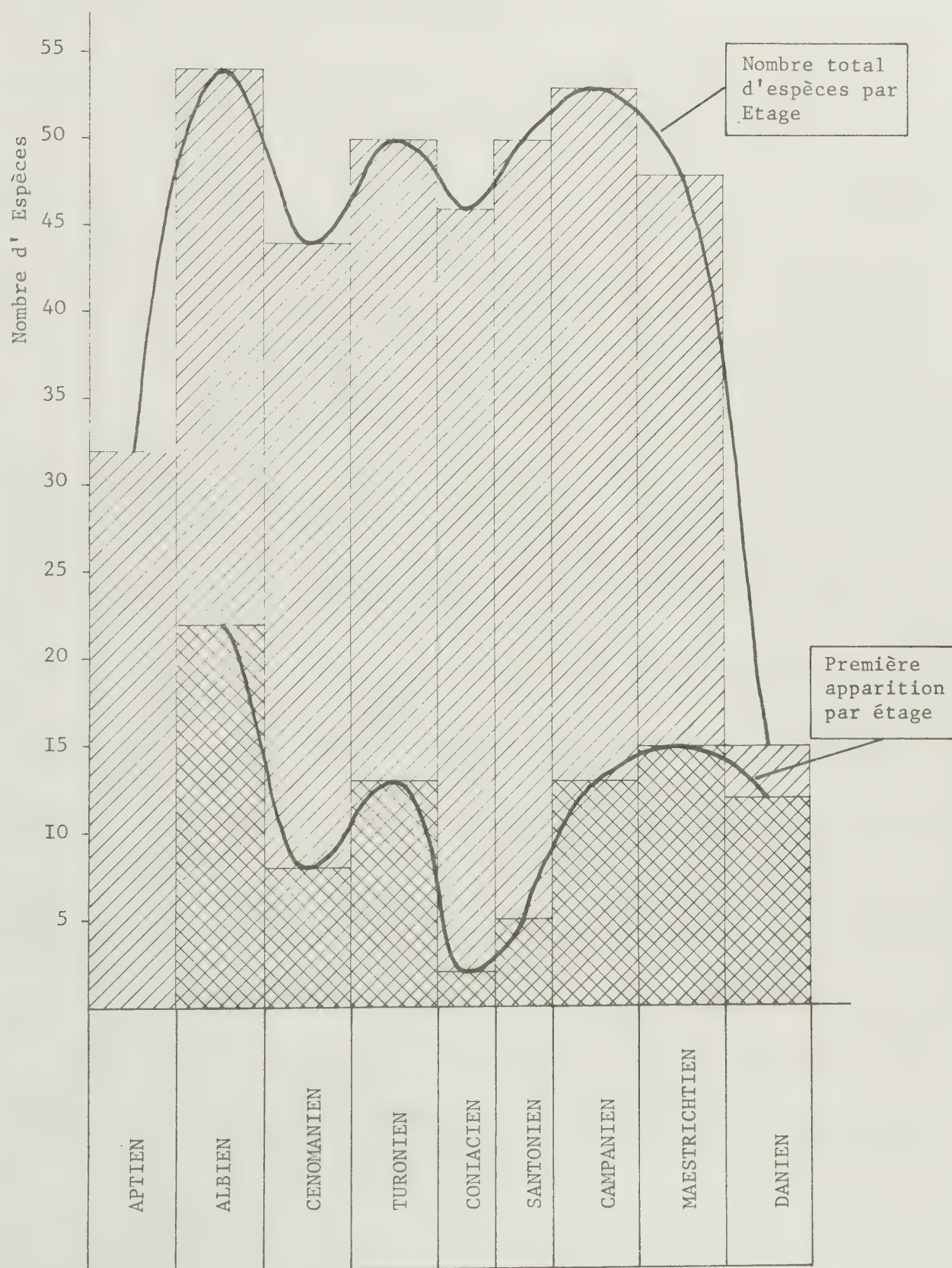
ETAGES	REINHARDT 1966	STOVER 1966	GARTNER 1968	BUKRY 1969	MANIVIT 1970
Maestrichtien	12		40	15	48
Campanien	14	25	54	137	53
Santonien	9	29	41	105	50
Coniacien	11	28		17	43
Turonien	14	27	18		49
Cénomanién	13	32			44
Albien	18	34		13	54

Ce tableau révèle souvent un nombre d'espèces plus important au fur et à mesure des récents travaux effectués en microscopie photonique et électronique.

Les nombres fournis par BUKRY sont beaucoup plus élevés pour le Santonien et le Campanien, car l'étude de cet auteur conduite uniquement en microscopie électronique, a permis la découverte de nombreuses formes que la microscopie photonique ne peut déceler.

D'autre part, si le nombre d'espèces à l'Albien au Cénomanién et Turonien paraît faible pour les gisements étudiés par REINHARDT, STOVER, GARTNER, en comparaison de ceux que j'ai rencontrés en France, c'est sans doute que ces auteurs n'ont examiné qu'un nombre restreint de gisements et n'en ont peut-être pas fait l'inventaire exhaustif.

Figure n° 5 . Variation du nombre des espèces en fonction des Etages .



BIBLIOGRAPHIE

- ABERG M., 1966 - Electron microscopic studies on Nephrolithus (Coccolithophoridae) : Stockholm Contr. Geol., v. 13, p. 63-67, pl. 1-3, 1 text fig.
- ABERG M., 1968 - Coccoliths from the Maestrichtian chalk in southern Sweden : Stockholm Contr. Geol. v. 18, p. 1-11, pl. 1-4, 4 fig.
- ARKELL M. J. & J. A. MOY-THOMAS, 1940 - Paleontology and the taxonomic problem : In the New Systematics Univ. Press. Oxford (J. Huxley).
- ARKHANGELSKY A. D., 1912 - Verkhnemelovyya otlozheniya vostoka evropeiskoi Rossii (Upper Cretaceous deposits of east European Russia) : Mater. Geol. Ross. v. 25, iv = 631 p., 10 pl.
- BALDI-BEKE M., 1964 - The genus Nannoconus (Protozoer Inc. Sedis) in Hungary : Geologica Hungarica serie Palaeontologica, fasc. 30.
- BARNARD, W. W. HAY & ROOD, 1970 - Coccolithes de l'Oxfordien (sous presse)
- BIGNOT G., & L. LEZAUD, 1964 - Contribution à l'étude des Pithonella de la craie parisienne : Rev. Micropaléont., v. 7, p. 138-152, 3 pl., 5 text fig.
- BLACK M., 1953 - Constitution of the Chalk : Geol. Soc. London, Proc., n. 1499, p. LXXXI - LXXXVI.
- BLACK M., 1962 - Stratigraphical distribution of coccoliths : Geol. Soc. London, Proc. 1961/1962, p. 133-136.
- BLACK M., 1964 - Cretaceous and Tertiary coccoliths from Atlantic seamounts : Paleontology, v. 7, p. 306-316, pl. 50-53.
- BLACK M., 1965 - Coccoliths : Endeavour, v. 24, p. 131-137, 25 fig.
- BLACK M., 1967 a - New names for some coccolith taxa : Geol. Soc. London, Proc., n. 1640, p. 139-145, 4 text fig.
- BLACK M., 1967 b - Class Chrysophyceae, Order Chrysomonadales, Suborder Coccolithineae : p. 181-193 in W. B. Harland et al. (eds). The Fossil Record, Geol. Soc. London.
- BLACK M., 1968 - Taxonomic problems in the study of Coccoliths : Paleontology, v. 11, p. 793-813, p. 143-154.

- BLACK M., & B. BARNES, 1959 - The structure of coccoliths from the English Chalk : Geol. Mag., v. 96, p. 321-328, pl. 8-12.
- BONET F., 1956 - Zonification microfaunistica de las calizas Cretacicas del este de Mexico : Assoc. Mex. Geol. Petrol., Bol., v. 8, p. 1-111 + 389-488, 31 pl.
- BOUCHE P. M., 1965 a - Etat des connaissances sur les Nannofossiles calcaires du Crétacé inférieur : Mémoire du B. R. G. M., n° 34, p. 451-459, 1 tabl.
- BOUCHE P. M., 1965 b - Eléments pour une définition d'un stratotype du Barrémien. III. Nannofossiles calcaires : Mémoire du B. R. G. M. n° 34, p. 131-138, 3 tabl.
- BRAARUD T., G. DEFLANDRE, P. HALLDAL & E. KAMPTNER, 1955 - Terminology, nomenclature and systematics of the Coccolithophoridae : Micropaleontology, v. 1, p. 157-159.
- BRAMLETTE M. N., 1965 - Massive extinctions in biota at the end of Mesozoic time : Science, v. 148, p. 1696-1699, 1 text fig.
- BRAMLETTE M. N. & E. MARTINI, 1964 - The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian : Micropaleontology, v. 10, p. 291-322, 7 pl. 1 text fig.
- BRAMLETTE M. N. & F. R. SULLIVAN, 1961 - Coccolithophorids and related Nanoplankton of the early Tertiary in California : Micropaleontology, v. 7, p. 128-188, pl. 1-14.
- BRAMLETTE M. N. & J. A. WILCOXON, 1967 - Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad, W. I. : Tulane Studies Geol., v. 5, p. 93-131, 10 pl.
- BRIX F., 1961 - Beiträge zur Stratigraphie des Wienerwaldflysches auf Grund von Nannofossilfunden : Erdoel. Z., 3, p. 89-100, Hambourg.
- BRÖNNIMANN P., 1955 - Microfossils incertae sedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba : Micropaleontology, v. 1, p. 28-51, 2 pl., 10 text fig.
- BRÖNNIMANN P., & H. STRADNER, 1960 - Die Foraminiferen und Discoasteridenzonen von Kuba und ihre interkontinentale Korrelation : Erdoel Erdgas Zeitschr. v. 76, p. 364-369, 44 fig., 2 schemata.

- BUKRY D., 1969 - Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe : Univ. Kansas Paleont. Contr., Art. 51 (Prostista 2), 79 p., 40 pl., 1 text fig., 2 tabl.
- BUKRY D., 1970 - Coccolith age determination, Leg 2, Deep sea drilling project : In Peterson, M. A. A. et al., Initial reports of the deep sea drilling project, U. S. Government Print. Off., Washington, v. 2, p. 349-355.
- BUKRY D., & M. N. BRAMLETTE, 1969 a . Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic. Tulane Stud. Geol. Paleont., 7 : p. 131-142, pl. 1-3.
- BUKRY D., & M. N. BRAMLETTE, 1969 b . Coccolith age determinations, Leg 1, Deep sea drilling project. In Ewing, M. & Al., Initial reports of the deep sea drilling project, U. S. Government Print. Office, Washington, v. 1, p. 369-387, pl. 1-7, 3 text-fig.
- BUKRY D., & M. P. KENNEDY, 1969 - Cretaceous and Eocene coccoliths at San Diego, California : Calif. Div. Mines Geol. Short Contr. Calif. Geol., Spec. Rept., 100 p. 33-43, 4 text-fig.
- BYSTRICKA M., 1963 - Die unter-eozänen Coccolithophoridae (Flagellata) des Myjavaer Palaeogens : Geol. Sbor. Ceskosl., v. 14, p. 269-281, 4 pl.
- CARATINI Cl., 1960 - Sur la découverte de Nannoconidés dans le Cénomaniien et le Turonien du Bassin de Paris : Soc. Géol. France, C. R., p. 106-107, 6 text fig.
- CARATINI Cl., 1963 - Contribution à l'étude des coccolithes du Cénomaniien supérieur et du Turonien de la région de Rouen : Thèse de 3ème cycle, Faculté des Sciences, Université d'Alger (Publication du Laboratoire de Géologie Appliquée), 61 p., 5 pl., 2 + 7 text fig.
- CARATINI Cl., 1964 - Contribution à la nomenclature et à la systématique des coccolithes fossiles : Soc. Géol. France, C. R., p. 154-155.
- CAYEUX L., 1916 - Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires : Paris, Imprimerie Nationale (Mém. Carte Géol. détaillée France), p. VIII + 524 p., 56 pl.

- CAYEUX L., 1935 - Les roches sédimentaires de France : Roches carbonatées, 1 vol. 447 p. Paris (Masson).
- ČEPEK P., 1968 a - Première comparaison des Coccolithes du Crétacé de Bohême et d'Allemagne du Nord-Ouest : Zpravy, Geol. Vyzk. Ceskosl. 1966, part 1, p. 210-212.
- ČEPEK P., & W. W. HAY, 1969 - Zonation of the Upper Cretaceous using calcareous nannoplankton : XXIII Internat. Geol. Congr. (Prague), Proc. Paleobot. Sect. (in press).
- ČEPEK P., & W. W. HAY, 1969 - Calcareous nannoplankton and biostratigraphic of the Upper Cretaceous : Trans. Gulf Coast Ass. of Geol. Soc., v. XIX, p. 323-336.
- ČEPEK P., B. A. MASTERS, & T. R. WORSLEY, 1968 - Calcareous plankton in the Upper Cretaceous of Alabama : in J. C. Scott et al., Facies changes in the Selma Group in Central and Eastern Alabama, Alabama Geol. Soc., 6th Ann. Fieldtrip Guidebook, p. 27-40.
- COLOM G., 1955 - Jurassic-cretaceous pelagic sediments of the western mediterranean zone and the atlantic area : Micropaleontology, v. 1, p. 109-124, 5 pl., 4 text-fig.
- DEFLANDRE G., 1952 - Classe des Coccolithophoridés : in Piveteau, Traité de Paléontologie, v. 1, p. 107-115. Paris (Masson).
- DEFLANDRE G., 1959 - Sur les Nannofossiles calcaires et leur systématique : Rev. Micropaleont., v. 2, p. 127-152, 4 pl.
- DEFLANDRE G., 1960 - Paléoplanctologie du Crétacé supérieur français : Congr. Soc. Savantes (Dijon, 1959), C. R., Sect. Sc., p. 57-60.
- DEFLANDRE G., 1963 - Sur les Microrhabdulidés, famille nouvelle de nannofossiles calcaires : Acad. Scie. Paris, C. R., v. 256, p. 3484-3486, 25 text fig.
- DEFLANDRE G., 1968 - Postface au mémoire de G. Deflandre et Ch. Fert sur les coccolithes actuels et fossiles (1954) : Multicopie Lab. Micropaléontologie, Inst. Paléont. Muséum, Paris, p. 57-68.
- DEFLANDRE G., 1966 - Commentaires sur la Systématique et la Nomenclature des Nannofossiles calcaires. I. Généralités : Cahiers de Micropaléont., ser. 1, n° 3, C. N. R. S., p. 1-9.

- DEFLANDRE G., 1970 - Présence de Nannofossiles calcaires (coccolithes et incertae sedis) dans le Silurodévonien d'Afrique du Nord : C. R. Acad. Sci. Paris, ser. D, n° 24, p. 2917-2921, 4pl.
- DEFLANDRE G., & M. DEFLANDRE-RIGAUD, 1959 - Sur l'existence d'une association particulière de Nannoconidés dans le Crétacé supérieur du Bassin de Paris : C. R. Acad. Sci. Paris, v. 248, p. 2373-2374, 11 text-fig.
- DEFLANDRE G., & M. DEFLANDRE-RIGAUD, 1960 - Présence de Nannoconidés dans le Crétacé supérieur du Bassin parisien : Rev. Micropaléont., v. 2, p. 175-180, 1 pl.
- DEFLANDRE G., & M. DEFLANDRE-RIGAUD, 1962 - Remarques sur l'évolution des Nannoconidés à propos de quelques niveaux types du Crétacé inférieur de Haute Provence : C. R. Acad. Sci., v. 255, p. 2638-2640, 14 fig.
- DEFLANDRE G., & M. DEFLANDRE-RIGAUD, 1967 a - Diagnoses de quelques nouveaux Nannoconidés gargasiens de Haute Provence : Bull. Muséum Hist. Nat., v. 39, n° 4, p. 774-778.
- DEFLANDRE G., & M. DEFLANDRE-RIGAUD, 1967 b - Fichier micropaléontologique général séries 17 & 18. Nannofossiles calcaires I & II (Coccolithes sens. lat. electromicrographies).
- DEFLANDRE G., & C. FERT, 1954 - Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique : Ann. Paléont., v. 40, p. 115-176, 15 pl., 127 text fig.
- EHRENBERG C. G., 1854 - Mikrogeologie, Das Erden und Felsen-schaffende Wirken des unsichtbar Kleinen seldstaendigen Lebens auf der Erde : Voss, Leipzig, 374 + 31 (index to names) + 88 (index to atlas) p., 40 pl.
- FARINACCI A., 1969 - Catalogue of Calcareous Nannofossils : v. I & II Edizioni Tecnoscienza, Roma.
- FISCHER A. G., 1968 - Earth science and the electron microscope : Amer. Sci., v. 56, p. 130-137, 6 text fig.
- FISCHER A. G., S. HONJO & R. E. GARRISON, 1967 - Electron micrographs of limestones and their nannofossils : Princeton Monogr. Geol. Paleont., n° 1, XV + 141 p., 94 fig.

- FORCHEIMER S., 1968 - Die Coccolithen des Gault-Cenoman, Cenoman und Turon in der Bohrung Hoellviken I, Suedwest-Sweden : Sver. Geol. Undersoek. Ser. C, n° 635, Arsb. 62, n° 6, p. 1-84, 9 pl., 22 text fig., 4 tables.
- FORCHEIMER S., 1970 - Scanning electron microscope studies of some Cenomanian coccospheres and coccoliths from Bornholm (Denmark) and Kopingberg (Sweden) : Sver. Geol. Undersok. ser. C., n° 647, p. 3-43, 44 fig.
- FUNNELL B. M., 1964 - Studies in North Atlantic geology and paleontology. I - Upper Cretaceous : Geol. Mag., v. 101, p. 421-434, 1 text fig.
- GARRISON R. E., 1967 - Electron microscopy of pelagic limestones : 11th Ann. Rept. Research, Petroleum Research Fund, Amer. Chem. Soc., p. 68.
- GARTNER S., 1968 - Coccoliths and related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas : Univ. Kansas Paleont. Contr. Protista, Art. 1, p. 1-56, 28 pl., 5 text fig.
- GORKA H., 1957 - Coccolithophoridae z gornego mastrychtu Polski srodkowej (Les Coccolithophoridés du Maestrichtien supérieur de Pologne) Acta Paleont. Polon., v. 2, p. 235-284, 5 pl.
- GORKA H., 1963 - Coccolithophoridés, Dinoflagellés, Hystrichosphaeridés et microfossiles incertae sedis du Crétacé supérieur de Pologne : Acta Paleont. Polon., v. 8, p. 3-90, 11 pl., 8 text-fig., 2 fig suppl.
- HAY W. W. & P. ČEPEK, 1969 - Nannofossils, probability, and biostratigraphic resolution : Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 53, p. 721.
- HAY W. W., & H. P. MOHLER, 1967 - Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France and Paleocene. Early eocene correlations : Journ. of Paleont., v. 41, n° 6, p. 1505-1541, pl. 196-206, 5 text-fig.
- HAY W. W., & K. M. TOWE, 1962 - Electron-microscope studies of Braarudosphaera bigelowi and some related coccolithophorids : Science, v. 137, p. 426-428, 6 text-fig.
- HAY W. W. & K. M. TOWE, 1963 - Microrhabdulus belgicus, a new species of nannofossil : Micropaleontology, v. 9, p. 95-96, 1 pl.

- HAY W. W., P. MOHLER, P. H. ROTH, R. R. SCHMIDT, & J. E. BOUDREAUX, 1967 - Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation : Gulf Coast Assoc. Geol. Socs., Trans., v. 17, p. 428-480, pl. 1-13, 13 text-fig.
- HONJO S., & N. MINOURA, 1967 - Calcium fluoride replacement technique. A new preparation technique for electron microscopic study of nannofossils : Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4, v. 13, p. 419-425, pl. 49-50, 2 text-fig.
- HONJO S., N. MINOURA & H. OKADA, 1967 - Study of nannofossils by the scanning electron microscope : Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4, v. 13, p. 427-431, pl. 51-52, 2 text-fig.
- KAMPTNER E., 1948 - Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens : S. B. Osterr. Akad. Wiss. Math. Naturw., Kl., v. 157, p. 1-16, 2 tabl.
- KAMPTNER E., 1955 - Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde : Eine mikropaläontologische Untersuchung. Verh. Kon. Neder. Akad. Wet. Naturkde, v. 50, 105 p., 9 tabl.
- KAMPTNER E., 1956 - Zur Systematik und Nomenklatur der Coccolithineen : Anz. Osterr. Akad. Wiss. Math. Naturw. Kl., p. 4-11.
- KAMPTNER E., 1958 - Betrachtungen zur Systematik der Kalkflagellaten nebst Versuch einer Gruppierung der Chrysomonadales : Arch. Protistenkde, v. 103, p. 54-116.
- KAMPTNER E., 1963 - Coccolithineen Skelettreste aus Tiefseeablagerungen des Pazifischen Ozeans : Ann. Mus. Wien., v. 66, p. 139-204, pl. 1-9, 39 fig.
- KAPOUNEK J., A. KROELL, A. PAPP, & K. TURNOVSKY, 1967 - Die mesozoische Sedimentanteile des Festlandsockels der Böhmischen Masse : Geol. Bundesanst. Wien, Jhrb., v. 110, p. 73-91.
- LEZAUD L., 1964 - Nanofossiles de la craie de la région dieppoise : Bull. Soc. Géol. Normandie, v. 54, p. 48-51, 1 pl.

- LEZAUD L., 1967 - Contribution à l'étude des Nannofossiles calcaires de l'Eocène (Coccolithophoridés). Leur rôle stratigraphique en Aquitaine Sud-Ouest (Chalosse, Béarn, Bas-Adour) : Thèse, Univ. Paris, 238 p. dact., 25 pl.
- LOEBLICH A. R., & H. TAPPAN, 1966 - Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton : Phycologia, v. 5, p. 81-216.
- LOEBLICH A. R., & H. TAPPAN, 1968 - Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton II : Jour. Paleontology, v. 42, p. 584-598.
- LOEBLICH A. R., & H. TAPPAN, 1969 - Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton III : Jour. Paleontology, v. 43, p. 568-588.
- LYUL'EVA S. A., 1967 a - Persha znakhidka nanokonushiv v turons'kikh vidkladakh dniprovs'ko-Donets'koy zapadini (First finding of nanococones in Turoonian deposits of Dnieper-Donetz Depression) : Dopovidi Akad. Nauk. Ukrain's'koy RSR, ser. Geol., Geofiz., Khimiya, Biol., n° 3, p. 208-211, fig. 1-12.
- LYUL'EVA S. A., 1967 b - Kokolitoforidi turons'kikh vidkladiv Dniproxs'ko-Donets'koy zapadini (Coccolithophoridae in the Turonian strata of the Dnieper-Don Basins) : Geol.Zhurnal, v. 27, n° 6, p. 91-98, p. 1-4.
- LYUL'EVA S. A., 1967 c - O komplekse kokkolitov iz kampanskikh otlozheniy Dniprovz'ko-Donets'koy vpadiny (On the coccolith complex of the Campanian beds of the Dnieper-Don Depression) : Dokl. Akad. Nauk. SSSR, v. 175, p. 165-166, 1 text-fig.
- LYUL'EVA S. A., 1968 - Coccolith complex from Campanian sediments of the Dnieper-Donets Depression : Dokl. Akad. Nauk. SSSR, Earth Sci. Sect., v. 175, p. 31-32, 4 text-fig. (A. G. I. Transl.).
- MANIVIT H., 1965 - Nannofossiles calcaires de l'Albo-Aptien : Rev. Micropaleont., v. 8, p. 189-201, 2 pl.
- MANIVIT H., 1968 - Nannofossiles calcaires du Turonien et du Sénonien : Rev. Micropaleont., v. 10, p. 277-286, 2 pl.

- MANIVIT H., J. CHAROLLAIS, & N. STEINHAUSER, 1969 - Associations de Nannofossiles calcaires dans les formations néocomiennes des chaînes subalpines entre l'Arve et l'Isère : Proceedings of the first International Conference on Planktonic microfossils, Geneva 1967, p. 384-397, 3pl., 4 fig.
- MARESCH O., 1966 - Die Erforschung von Nannofossilien mittels des Elektronenmikroskops in der Erdoelindustrie : Erdoel Erdgas Zeitschr., v. 82, p. 377-384, 4 pl.
- MARTINI E., 1961 . Nannoplankton aus dem Tertiaer und der obersten Kreide von SW-Frankreich : Senck. Leth., v. 42, p. 1-32, 5 pl., 3 text-fig.
- MARTINI E., 1964 - Die coccolithophoriden der Danscholle von Katharinenhof (Fehmarn) : Neues Jb. Geol. Paleont. Abh., v. 121, p. 47-54, pl. 6-7.
- MARTINI E., 1967 . Ceratolithina hamata n.g., n. sp., aus dem Alb von N-Deutschland (Nannoplankton, Incertae Sedis) : Neues Jahrb. Geol. Palaeont., Abh., v. 128, p. 294-298, pl. 30.
- MARTINI E., & H. STRADNER, 1960 - Nannotetraster, eine stratigraphische bedeutsame neue Discoasteridengattung : Erdoel Erdgas Zeitschr., v. 76, p. 266-270, 19 text-fig.
- MARTINI E., & T. WORSLEY, 1970 - Late Maastrichtian Nannoplankton Provinces Nature, vol. 225, n° 5239, p. 1242-1243.
- MATTHES H. W., 1956 - Einführung in die Mikropaläontologie : 1 vol., 348 p., 197 text-fig., Leipzig (S. Hirzel).
- MOSHKOVITZ S., 1967 - First report on the occurrence of Nannoplankton in Upper Cretaceous-Paleocene sediments of Israel : Geol. Bundesanst. Wien, Jhrb., v. 110, p. 135-168, 6 pl., 5 text-fig., 1 chart.
- NARASIMHAN T., 1963 - Coccolithophorids and related nannoplanktons from the Cretaceous Tertiary sequence of Khasi Hills, Assam : Geol. Soc. India, Jour., v. 4, p. 109-115, pl. 11-12.
- NOEL D., 1965 - Sur les Coccolithes du Jurassique européen et d'Afrique du Nord. Essai de classification des coccolithes fossiles : Thèse (C. N. R. S.) Paris, 212 p., 29 pl. doubles.

- NOEL D., 1969 b - Quelques coccolithes du Crétacé supérieur du Bassin de Paris : Proceedings of the first International Conference on Planktonic Conference microfossils Geneva 1967, p. 475-485, 3 pl., 6 text-fig. (Vol. II)
- NOEL D., 1969 c - Etude des coccolithes in situ dans les roches : Proceedings of the first International Conference on Planktonic Conference microfossils Geneva 1967, v. 2, p. 486-491, 4 pl.
- NOEL D., 1970 - Coccolithes crétacés. La craie campanienne du Bassin de Paris. Editions du C. N. R. S., 129 p., 48 pl.
- PANT S. C., 1966 - Nannofossils and their importance in stratigraphy : Indian Miner., T. 20, n° 1, p. 32-44, 3 pl.
- PERCH-NIELSEN K., 1968 - Der Feinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichtien von Daenemark : Kong. Danske Videnskab., Biol. Skr. 16, 1, 96 p., 44 fig., 32 pl.
- PERCH-NIELSEN K., 1969 - Die Coccolithen einiger Dänischer Maastrichtien und Danienlokalitäten : Bull. Soc. Denmark Bd 19, p. 51-67, pl. 7.
- PIENAAR R. N., 1966 - Microfossils from the Cretaceous System of Zululand studied with the aid of the electron microscope : S. Afr. Jour. Sci., v. 62, p. 147-157, 2 pl., 8 text-fig.
- PIENAAR R. N., 1968 - Upper Cretaceous coccolithophorids from Zululand South Africa : Paleontology, v. 11, p. 361-367, pl. 69-71.
- RADOMSKI A., 1967 - Some stratigraphic units based on nannoplankton in the polish Outer Carpathians : Inst. Geol. Warszawa, Bull. 211, Z. badan mikropaleont., v. 5, X Europejskie Kolokwium Mikropaleontologiczne W Polsce 1967, p. 385-393, 68-69 text-fig.
- REINHARDT P., 1964 - Einige Kalkflagellaten-Gattungen (Coccolithophoriden, Coccolithineen) aus dem Mesozoikum Deutschlands : Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., v. 6, p. 749-759, 2 pl., 6 text-fig.
- REINHARDT P., 1965 - Neue Familien fuer fossile Kalkflagellaten (Coccolithophoriden, Coccolithineen) : Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., v. 7, p. 30-40, 3 pl., 6 text-fig.
- REINHARDT P., 1966 a - Zur Taxionomie und Biostratigraphie der fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, der Kreide, und dem Alttertiar : Freiberger Forschungshefte, C 196, p. 5-109, 23 pl., 29 text-fig.

- REINHARDT P., 1966 b - Fossile coronider und styloider Coccolithen (Familie Coccolithaceae Poche 1913) : Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., v. 8, p. 513-524, 1 pl., 10 text-fig.
- REINHARDT P., 1966 c - Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nanoplanktons aus dem Malm, der Kreide, und dem Alttertiär Mitteleuropas : Bergakademie, v. 8, p. 495.
- REINHARDT P., 1967 - Fossile Coccolithen mit rhagoidem Zentralfeld Fam. Ahmuelleraceae, Subord. Coccolithinae) : Neues Jb. Geol. Paleont., Monatshefte, p. 163-178, 12 text-fig.
- REINHARDT P., & H. GORKA, 1967 - Revision of some Upper Cretaceous coccoliths from Poland and Germany : Neues Jb. Geol. Paleont., Abh., v. 129, p. 240-256, pl. 31-33, 6 text-fig.
- REZAK R., & R. E. BURKHOLDER, 1958 - Cretaceous coccoliths from the western interior of the United States : Geol. Soc. America, Bull., v. 69, p. 1742.
- SALES E., 1966 - Les Nanfossiles calcaires . Leur application systématique et pratique dans les problèmes de Stratigraphie pétrolière : Revue Techniciens du Pétrole, n° 177, p. 39-59.
- SALES E., 1968 - Associations de Nanfossiles calcaires du Crétacé et du Tertiaire d'Afrique Occidentale : Rev. Paleobot. Palynol., v. 5 (1967), p. 291-314, 4 pl., 3 fig.
- SHUMENKO S. I., 1962 - Primenenie metoda elektronnomikroskopicheskikh replik i isucheniya verkhnemelovikh Coccolithophoridae (Application of the method of electron-microscope replicas to the investigation of Upper Cretaceous Coccolithophoridae) : Dokl. Akad. Nauk. SSSR, v. 147, p. 471-473, 1 text-fig.
- SHUMENKO S. I., 1964 - The use of the method of electron microscope replicas in studying Late Cretaceous Coccolithophoridae : Dokl. Akad. Nauk. SSSR, Earth Sci. Sect., v. 147, p. 225-228, 1 text-fig., (A. G. I. Transl.).
- SHUMENKO S. I., 1968 - Some aspects of the ontogenesis variation and taxonomy of fossil coccolithophorid revealed by Electron microscope studies : Paleontol. Zhurnal, (4), p. 32-37, 2 pl.

- SHUMENKO S. I., 1969 - The first electron-microscope study of nannocones from the Maestricht of the Ukraine : Dopov. Akad. Nauk. Ukrajin's'k. R. S. R., (7), p. 606-608, 2 text-fig.
- STOVER L., 1966 - Cretaceous coccoliths and associated nannofossils from France and the Netherlands : Micropaleontology, v. 12, p. 133-167, 9 pl., 3 text-fig.
- STRADNER H., 1961 - Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiaer : Erdoel Erdgas Zeitschr., v. 77, p. 77-88, 99 text-fig.
- STRADNER H., 1962 - Ueber neue und wenig bekannte Nannofossilien aus Kreide und Alttertiaer : Geol. Bundesanst. Wien, Verth., 1962, p. 363-377 3 pl.
- STRADNER H., 1963 - New contributions to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils : Proc. 6th World Petrol Congr., Sect. I, Paper 4, (preprint), 16 p., 6 pl.
- STRADNER H., 1967 - Einleitung und Uebersicht der Nannoflora : p. 245-254, text-fig. 1-3, in W. FUCHS & H. STRADNER, Die Foraminiferenfauna und Nannoflora eines Bohrkernes aus dem hoeheren Mittel-Alb der Tiefbohrung Delft 2 (NAM), Niederland : Geol. Bundesanst. Wien, Jhrb., v. 110.
- STRADNER H., & D. ADAMIKER, 1966 - Nannofossilien aus Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bearbeitung : Erdoel Erdgas Zeitschr., v. 82, p. 330-341, pl. 1-3. 16 text-fig.
- STRADNER H., D. ADAMIKER, & O. MARESCH, 1968 - Electron microscope studies on Albian calcareous nannoplankton from Delft 2 and Leidschenden : deepwells, Holland : Verth. K. Nederl. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk. Eerst Reeks, v. 24, n° 4, 107 p., 48 pl., 11 text-fig., 1 table.
- TREXLER D. W., 1962 - Coccolithophorid assemblages from the Benton and Niobrara Groups, Canyon City area, Colorado : Geol. Soc. America Paper 68, p. 107-108.
- TREXLER D. W., 1967 - Stratigraphic distribution of Upper Cretaceous nannoplankton (coccoliths) in central and northern Colorado and the Black Hills region : Jour. Paleontology, v. 41, p. 1355-1364, 4 text-fig.

- VANGEROW E. F., & W. SCHLOEMER, 1967 - Vergleich des "Vetschauer Kalkes" der Aachener Kreide mit dem Kreide-profil von Sued-Limburg anhand von Coccolithen : Geol. Minjbouw, v. 46, p. 453-458, 8 text-fig.
- VEKSHINA V. N., 1956 - Novye dannye o svyazi morskogo basseina Zapadnoi Sibiri s yuzhno-evropeiskimi moryami v kampan (?) - maastrikhtskoe vremya (New data concerning the communication which existed between the West Siberian sea basin and the seas of southern Europe during Campanian (?) - Maastrichtian time) : Dokl. Akad. Nauk. SSSR, v. 110, p. 1057-1059, 2 text-fig.
- VEKSHINA V. N., 1959 - Kokkolitoforidy maastrikhtskikh otlozhenii zapado-Sibirskoi nizmennosti (Coccolithophoridae of the Maastrichtian deposits of the west Siberian lowland) : Trudy Sibir. Nauch.-Issled. Inst. Geol. Geofiz. i Min. Syr'ya (SNIIGGIMS), v. 2, p. 56-81, 2 pl., 1 text-fig.
- VEKSHINA V. N., 1962 - Kokkolitoforidy mar'yanovskoi svity Zapadno Sibirskoi nizmennosti (Coccolithophorids from the Marianovsky formation of the western Siberian lowland) : Trudy Sibir. Nauch.-Issled. Inst. Geol. Geofiz., i Min. Syr'ya (SNIIGGIMS), v. 23, p. 101-103, 2 text-fig.
- VSHNEVSKIY A. V., & P. A. MENJAJLENKO, 1963 - Coccolithophoridés des argiles du Crétacé inférieur (aptiennes) de la région de Bakhtehisaraï (en russe) : Izvest. vyssh. ubhebn. Zaved. Geol. Razr. SSSR. 1963, n° 11, p. 47-53.

CONCLUSIONS

Je condenserai ici les résultats essentiels obtenus en stratigraphie, sédimentologie, en paléoécologie, en paléogéographie et en paléontologie.

I - CONCLUSIONS STRATIGRAPHIQUES.

L'examen de l'extension des espèces et des biozones de nannofossiles (tableau 6) et leurs correspondances dans la série géologique crétacée, par rapport aux échelles de macrofaune et de microfaune, permet de résumer ainsi les conclusions stratigraphiques.

1) Zone à Prediscosphaera columnata. Reconnue à la Bédoule, Angles et Apt, cette biozone correspond au Bédoulien (zone à Parahoplites deshaysi); je l'ai retrouvée en Aquitaine, dans les formations de Sainte-Suzanne et dans certains sondages (Clermont 2, Clèdes 201, Lacq 104 et Nay 101).

2) Zone à Parhabdolithus angustus. Elle n'a été identifiée seulement que dans la fosse vocontienne, à Angles, Gargas et Carniol, car les formations d'Aquitaine correspondantes, sont représentées par des calcaires à Algues qui n'ont pas fourni de nannofossiles.

Cette biozone est l'équivalent du Gargasien (zone à Aconoceras nissus et Cheloniceras subnodosocostatum).

3) Zone à Hayesites albiensis. Elle a été définie dans l'Aube, à Villemoyenne et près de là, à Moëslains (niveau 6), puis en Aquitaine à Loubieng. Elle correspond dans l'Aube, à la partie supérieure de l'Albien inférieur (zone à Douvilleiceras mamillatum) car la base de l'Albien (zone à Leymeriella tardefurcata) est sous le faciès de sables glauconieux, sans nannofossile .

4) Zone à Corollithion rhombicum. Elle correspond dans l'Aube à Courcelles et dans les Côtes de Moëslains (formation 5) à l'Albien moyen (zone à Lyelliceras lyelli) ; à Wissant, c'est l'équivalent de la zone d'Ammonites à Hoplites dentatus.

5) Zone à Stauroolithites matalosus. Observée à Valentigny, dans

l'Aube et dans le Pas-de-Calais à Wissant ; elle caractérise l'Albien supérieur (zone à Mortoniceras inflatum et Diploceras costatum).

6) Zone à Staurolithites orbiculofenestrus. Cette biozone est définie dans le bassin de Paris, d'une part, dans les marnes qui passent à la gaize à Saint-Florentin ; c'est la formation des "marnes de Brienne", équivalent du Vraconien (zone à Stoliczkaia dispar).

D'autre part, dans le Boulonnais, au Cap Blanc-Nez, elle correspond à la craie marneuse à Mantelliceras mantelli et à la craie grise à Acanthoceras rothomagensis, donc, au Cénomanien inférieur.

Dans la coupe des Lattes et des Mujouls, elle est l'équivalent de la biozone de Foraminifères à Rotalipora greenhornensis et au sommet, à la zone à Rotalipora appenninica.

7) Zone à Gatnerago obliquus. Identifiée, d'une part, à Wissant et aux Lattes, elle correspond au Cénomanien supérieur (zone à Calycceras naviculare et Rotalipora cushmani), d'autre part, en Touraine, à la craie marneuse de Fréteval du Turonien inférieur (zone à Inoceramus labiatus).

8) Zone à Corollithion exiguum. Distinguée en Touraine ou dans l'Yonne à Joigny et dans les falaises de la côte dieppoise, elle concorde avec la zone à Acanthoceras bizeti et Terebratula gracilis et une partie de la zone à Globotruncana helvetica, c'est donc le Turonien moyen.

9) Zone à Micula staurophora. La zone à Acanthoceras deveriai, en Touraine, ne renferme pas de nannofossiles, du fait de son faciès néritique. Notre zone correspond d'une part, à Wissant, au Turonien supérieur (zone à Holaster planus) du bassin anglo-parisien, d'autre part, à la craie de Villedieu, c'est-à-dire au Coniacien inférieur, base de la zone à Micraaster cortestudinarium.

10) Zone à Marthasterites furcatus. Cette zone représente le Coniacien moyen et supérieur ; elle s'observe à Cognac (zone à Texanites texanum) mais aussi dans le bassin de Paris, dans l'Yonne, à Rosoy, Verlin, c'est la craie à Terebratula semiglobosa ; dans les falaises de la côte dieppoise, la craie à Echinocorys vulgaris marque le sommet de la biozone.

11) Zone à Kamptnerius magnificus. Elle est présente dans le stratotype en Charente, près de Saintes, puis dans l'Yonne, à Paron, Gron et dans les falaises dieppoises ; c'est l'équivalent de tout le Santonien. Les affleurements sont caractérisés par la présence de Micraster coranguinum et Placenticeras syrtale et les Foraminifères planctoniques : Globotruncana lapparenti, Reusselia cushmani.

En Aquitaine, les gisements appartenant à cette zone de nannofossiles, sont datés par Micraster coranguinum et Globotruncana concavata, donc, bien d'âge Santonien.

12) Zone à Arkhangelskiella specillata. Différenciée en Charentes, à Aubeterre, Genté et Archiac, puis aussi dans l'Yonne avec la craie à Actinocamax planus de la colline de Saint-Martin-du-Tertre et de Pont-sur-Yonne. Cette biozone correspond au Campanien inférieur et moyen.

J'ai retrouvé la zone à Arkhangelskiella specillata en Aquitaine, dans les séquences marneuses du flysch de la région de Gan, l'Hermitage d'Asson, Saucède, gisements caractérisés par la présence de Globotruncana elevata.

13) Zone à Tetralithus aculeus. Cette biozone est attribuable au Campanien supérieur dans le flysch de Salies-de-Béarn (zone à Globotruncana calcarata) ou dans le Bassin de Paris à Meudon (zone à Belemnitella mucronata).

14) Zone à Lithraphidites quadratus. En Aquitaine, elle coïncide, dans la région du flysch ou dans le pays épicontinental, à la zone à Globotruncana stuarti.

Dans les environs de Maestricht, cette biozone correspond au niveau à Hemipneustes striatoradiatus et Pachydiscus neubergicus, c'est le Maestrichtien inférieur et moyen.

15) Zone à Nephrolithus frequens. Elle est définie en Aquitaine, dans les marnes de la région de Gan, Lasseube, et dans les environs de Nay et d'Estialescq ; c'est l'équivalent du Maestrichtien supérieur (zone à Globotruncana contusa).

A Maestricht, le niveau Md de la carrière E. N. C. I. à

St Pietersberg, à Rhyncopygus marmini, marque le sommet de la biozone.

La fin de cette biozone coïncide avec un cycle régressif : c'est l'achèvement de l'ère secondaire et l'extinction de très nombreux coccolithes.

16) Zone à Crucioplacolithus tenuis. Elle est reconnaissable en Aquitaine méridionale, région de Gan, Bellocq, Mouguerre, par une association d'une dizaine d'espèces de nannofossiles, la majorité des espèces du Maestrichtien ayant disparu. C'est l'équivalent de la partie moyenne du Danien (zone à Hercoglossa danica et Globigerina daubjergensis).

17) Zone à Fasciculithus sp. Cette biozone correspond à Loubieng, au Danien terminal, juste en dessous de la zone I du Paléocène (zone de nannofossiles à Heliorthus kleinpelli).

II - CONCLUSIONS SEDIMENTOLOGIQUES.

Le chapitre relatif aux caractères du matériel étudié, a montré l'influence du faciès, sur la composition et la conservation de la nannoflore examinée. Certaines constatations s'en dégagent.

Les coccolithes ne sont pas représentés continuellement dans tous les dépôts. On note leur absence dans les sédiments détritiques. En effet, les sédiments grossiers se sont moins bien prêtés à la conservation des nannofossiles et d'autre part, ils proviennent d'apports terrigènes entraînés par des eaux agitées, ou perturbées par des venues d'eau douce, donc peu propices à la survie des coccolithes.

Les sédiments très finement détritiques (argile, marne) ou crayeux sont les plus riches en nannofossiles, car les conditions de vie et de préservation y sont rendues favorables.

L'extrême abondance des coccolithes dans les sédiments carbonatés démontre leur rôle constructeur, souligné la première fois par L. CAYEUX (1916) et prouvé depuis par les études en microscopie électronique de D. NOEL sur la craie du Campanien du Bassin de Paris ; cet auteur a pu observer que la craie est "une accumulation de Nannofossiles entiers ou brisés sans aucun ciment les liant les uns aux autres". (NOEL, 1970, p. 117).

Les Nannoconus et les Pithonelles associés aux coccolithes dans les craies du Turonien et du Coniacien contribuent aussi à la formation de la craie.

III - CONCLUSIONS PALEOECOLOGIQUES.

Les renseignements fournis par l'étude de l'écologie des Coccolithophoridées actuelles nous autorisent à prendre conscience de leurs possibilités d'application à la paléoécologie. En effet, ces microorganismes caractérisent un domaine marin permanent et permettent d'apprécier certains facteurs du milieu où ils vivaient tels que :

- La limpidité et la température de l'eau. La répartition des coccolithes est liée aux zones de haute mer et leur prolifération témoigne d'eaux tempérées à chaudes, bien oxygénées et claires.

- L'importance des apports détritiques. Les courants qui alimentent les bassins sédimentaires marginaux en matériel terrigène abondant ou grossier, sont un obstacle à la vie et à la sédimentation de la nannoflore ; en effet, ils causent des troubles terrigènes, peut-être une dessalure due aux arrivées d'eau douce responsable des apports terrigènes ou encore un changement du chimisme de l'eau.

- Les fluctuations du niveau de la mer. Les coccolithes réalisant la photosynthèse, vivent dans la zone euphotique.

- La distance des rivages. Les coccolithophoridées se rencontrent le plus souvent dans les sédiments formés loin des rivages.

- L'océanité des mers. Les organismes associés aux coccolithes, tels que, les Foraminifères planctoniques, Calpionelles, Ammonites sont des témoins d'un biotope que l'on peut qualifier d' "océanique". Les coccolithes sont d'autant plus nombreux que le bassin de sédimentation est plus grand et ouvert ; leur présence dans des dépôts de plateforme ou voisin d'un littoral, indique généralement une ouverture vers le large.

IV - CONCLUSIONS PALEO GEOGRAPHIQUES.

La présence de coccolithes dans les différents sédiments fournit des éléments positifs pour la reconstitution des paysages. En effet, si les nannofossiles n'indiquent guère la profondeur du bassin de sédimentation, ils précisent :

- Le mode de sédimentation, c'est-à-dire l'origine et la composition du

dépôt, d'après leur répartition et sélectivité dans les différents faciès.

- L'écologie du milieu, par leur absence quasi totale ou leur extrême faculté de développement dans des biotopes particuliers.

Enfin, les similitudes entre la nannoflore crétacée du Bassin de Paris, du Bassin d'Aquitaine ou du Sud-Est de la France, et celle des pays voisins, apportent certaines précisions au schéma paléogéographique classique du Bassin de Paris et du Bassin d'Aquitaine durant le Crétacé moyen et supérieur et prouvent que des communications s'établissaient régulièrement d'une part avec les pays voisins (Allemagne, Hollande, Angleterre) et d'autre part avec le Bassin de Paris et la Mésogée.

V - CONCLUSIONS PALEONTOLOGIQUES.

Les associations de nannofossiles reconnues dans les différents niveaux permettent d'affirmer que :

- A l'Aptien, la nannoflore a encore peu évolué, la plupart des espèces héritées du Néocomien se perpétuent sans grand changement, sauf Prediscosphaera columnata (STOVER), Parhabdolithus angustus (STRADNER), Cretarhabdus romani (GORKA) qui font leur apparition dès l'Aptien basal.

- A l'Albien, on assiste à un élargissement de l'éventail des Cretarhabdus, ainsi qu'à un certain nombre d'espèces caractéristiques de l'étage : Hayesites albiensis n. sp., Sollasites horticus (STRADNER et al.) Octopodorrhabdus decussatus (MANIVIT), Corollithion rhombicum (STRADNER et autres).

A partir de l'Albien moyen et à chaque étage, on enregistre sinon un renouvellement des espèces du Crétacé inférieur, mais un enrichissement de la nannoflore qui atteint son apogée au sommet du Crétacé.

- Au Cénomanien, le stock des formes de l'Albien s'enrichit en espèces dont certaines auront une fréquence élevée, ainsi qu'une grande longévité jusqu'à la fin du Crétacé supérieur : Gatnerago obliquus (STRADNER) Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY), Tranolithus orionatus REINHARDT, Pithonella ovalis (KAUFMANN).

- Au Turonien, les individus sont parfois chargés d'une gangue calcaire qui ajoute un obstacle supplémentaire à la détermination des espèces. Certains coccolithes apparaissent, on les retrouve dans les étages suivants constituant la base de la nannoflore sénonienne : Micula staurophora (GARDET),

Cribrosphaera ehrenbergi (ARKHANGELSKY), Microhabdulus decoratus DEFLANDRE, Corollithion exiguum STRADNER.

- Au Coniacien, Santonien, les possibilités de subdivision de l'étage au moyen des nannofossiles se révèlent limitées : seules les apparitions de Marthasterites furcatus DEFLANDRE, Arkhangelskiella ethmopora BUKRY, Kamptnerius punctatus (STRADNER), Kamptnerius magnificus DEFLANDRE, différencient ces deux étages.

- Au Campanien, viennent s'ajouter au "fond commun", d'autres espèces, dont les apparitions facilitent l'élaboration de l'échelle zonale : Tetralithus aculeus (STRADNER), Microhabdulus stradneri BRAM & MARTINI, Broinsonia parca (STRADNER), Prediscosphaera spinosa BRAM & MARTINI.

- Au Maestrichtien, la nannoflore accuse une augmentation du nombre d'espèces, en même temps qu'une plus grande fréquence de chacune : Lithraphidites quadratus BRAM & MARTINI, Nephrolithus frequens GORKA, Tetralithus quadratus STRADNER, Cylindralithus gallicus (STRADNER), Tetralithus murus MARTINI, Tetralithus nitidus MARTINI.

- Enfin au Danien, la majorité des formes maestrichtiennes a disparu et on note l'apparition de quelques coccolithes ayant une vie brève.

Dans ce travail, je n'ai créé que deux genres nouveaux (Hayesites et Rhabdophidites) et deux espèces nouvelles (Cretarhabdus blacki et Rhabdolithus aquitanicus) sont proposées. Broinsonia enormis (SHUMENKO), Chiassozygus litterarius (GORKA), Corollithion geometricum (STRADNER), Cricolithus solidus (STOVER), Parhabdolithus asper (STRADNER), Zygodiscus bussoni (NOEL), Zygodiscus erectus (DEFLANDRE) sont des combinaisons nouvelles.

J'ai laissé en nomenclature ouverte six espèces pour lesquelles je ne possédais pas suffisamment d'informations relatives à leur structure, n'ayant pu les observer en microscopie électronique. Elles appartiennent aux genres : Cricolithus, Cyclococcolithus, Eiffellithus, Fasciculithus, Micrantholithus et Podorhabdus.

La présente étude analytique des sédiments crétacés a permis l'observation de cent trente cinq espèces de nannofossiles décrits et figurés, et fournit ainsi une image de la nannoflore crétacée.

A la fin de l'ouvrage, un tableau index donne la répartition stratigraphique de toutes les espèces reconnues.

CONCLUSIONS GENERALES

Au terme ultime de ce mémoire, j'essayerai de faire le point et de dégager les résultats obtenus dans l'étude des nannofossiles du Crétacé français.

Les premiers résultats d'ensemble permettent de proposer, en première approximation, une biozonation du Crétacé français par les nannofossiles.

Cette zonation peut être mise en parallèle avec celle fournie par les Ammonites ou les Foraminifères et avec la succession des étages classiques, mais comme on pouvait s'y attendre, la coïncidence ne se fait pas terme à terme.

- soit que les limites des biozones ne soient pas synchrones dans les diverses échelles mises en parallèle,

- soit qu'à plusieurs zones d'Ammonites, on ne puisse faire correspondre qu'une seule zone de coccolithes.

Par rapport aux Foraminifères benthoniques et même planctoniques, surtout pour le Crétacé inférieur, la répartition géographique des nannofossiles est beaucoup plus uniforme, à travers la France et même bien au delà. Ainsi, dans les différentes régions françaises étudiées, les diverses associations sont analogues entre elles et comparables aux associations contemporaines décrites dans d'autres parties du monde.

D'où, l'intérêt accru d'une zonation au moyen des nannofossiles qui a permis d'envisager des corrélations entre Aquitaine, Bassin de Paris, régions alpines et entre la France et l'Amérique (tableaux 7 et 8). Ces corrélations, réalisables à grandes distances et entre faciès différents, sont rendues possibles par le caractère propre des nannofossiles calcaires, organismes essentiellement pélagiques.

La première apparition d'une espèce à un niveau donné est un critère qui se distingue assez facilement dans le groupe des Coccolithophoridés car, un certain nombre d'espèces semblent apparaître brutalement, sans appartenir à une lignée connue, et s'éteindre de la même façon après une longévité relativement courte.

Cette apparition soudaine d'espèces (dans l'état actuel de nos connaissances, mais de toute façon, sans doute assez rapide) a permis d'établir des zones qui ne se chevauchent pas. Le tableau 6 le montre : ce sont des zones par substitution, qui définissent des coupures assez nettes.

Ce phénomène est la conséquence directe de l'écologie des Cocco-lithophoridés qui, soumis aux fluctuations des conditions générales physiques et chimiques des eaux, admettent certaines mutations brutales des associations, qui deviennent alors de bons critères stratigraphiques.

Malgré tout on relève dans le tableau 6, plusieurs espèces ayant une fréquence élevée et une grande longévité : certaines couvrent le Crétacé moyen et supérieur.

Les résultats de notre étude mettent en relief ce qui fait à la fois la qualité et le défaut des nannofossiles calcaires, à savoir qu'ils sont essentiellement d'origine marine et pélagique, et qu'on ne les rencontre que dans les formations en relation avec une sédimentation marine franche d'où leur quasi absence dans les séries détritiques.

A cause de leur dépendance du faciès, la présence des coccolithes est liée aux conditions de formation des gisements et par conséquent, les possibilités de découpage micropaléontologique d'une région, doivent être confirmées par l'étude complémentaire d'autres coupes, afin que les subdivisions distinguées ne possèdent pas seulement une valeur locale liée aux conditions de paléosédimentation.

Enfin, si leur identification n'est pas toujours aisée, du fait de leur petite taille, ils sont souvent présents en grande abondance dans certains sédiments.

Par contre, ils ne posent pas de problème de recherche d'équivalence, entre nannoflore benthique et pélagique comme c'est le cas pour les Foraminifères.

Les remarques précédentes permettent d'affirmer que les coccolithes se présentent comme de bons indicateurs paléoécologiques, puisqu'ils témoignent d'un milieu exclusivement marin et d'une adaptation à des biotopes précis. D'autre part, en tant qu'indicateurs pétrographiques, les nannofossiles sont des organismes capables de nous renseigner sur les conditions qui ont présidé à la formation des dépôts dont ils constituent parfois une part prépondérante.

En conclusion, la richesse de certains gisements en nannofossiles, les variations observées dans la succession des associations, l'évolution rapide des lignées, enfin, les corrélations réalisables à grande distance, confèrent à ces microorganismes un intérêt indéniable dans l'élaboration d'une biostratigraphie.

Les zones biostratigraphiques établies dans ce travail restent préliminaires jusqu'à ce que nous disposions de données nouvelles découlant d'études réalisées en microscopie électronique, car certaines formes, peut-être caractéristiques de zones, sont passées inaperçues parce que rares du fait de leur faible taille et ne sont donc pas encore recherchées systématiquement.

Il aurait pu être intéressant, pour préciser les traits spécifiques de certains taxons et les rapports existant entre eux, d'effectuer une étude paléobiométrique basée sur l'analyse de la variabilité des caractères morphologiques. Cette étude permettrait peut-être de résoudre quelques problèmes taxinomiques et phylogéniques de ces microorganismes.

INDEX DES GENRES ET ESPECES ETUDIES

	Pages	Planches	Figures
A			
<i>acanthus</i> , Zygodiscus	77	13	8-11
<i>aculeus</i> , Tetralithus	143	25	13-15
<i>africana</i> , Braarudosphaera	126	3	15
AHMUELLERELLA	93		
<i>albiensis</i> , Hayesites	138	14	1-7
<i>ambiguus</i> , Microrhabdulinus	129	18	9-12
<i>amhipons</i> , Chiasozygus	92	4	6-9
<i>anceps</i> , Eiffellithus	91	11	7-9
<i>angustus</i> , Parhabdolithus	86	19	1-3
<i>anthophorus</i> , Reinhardites ?	89	20	9, 10, 12-14
		26	6, 7
<i>aquitanicus</i> , Rhabdolithus	124	23	1-3
ARKHANGELSKIELLA	103		
<i>armilla</i> , Loxolithus	77	17	7-10
<i>asper</i> , Parhabdolithus	87	23	4-7
<i>astroporus</i> , Markalius	116	16	1-4
B			
<i>barnesae</i> , Watznaueria	113	28	1-4, 8, 9, 12, 13
<i>bevieri</i> , Broinsonia	104	1	15
BIANTHOLITHUS	127		
<i>bigelowi</i> , Braarudosphaera	125	3	13, 14, 16
BISCUTUM	113		
<i>blacki</i> , Cretarhabdus	94	6	1-4
<i>bohotnicae</i> , Staurolithites	82	27	1-5, 12, 13
BRAARUDOSPHAERA	125		
BROINSONIA	104		
<i>bussoni</i> , Zygodiscus	78	29	4, 15, 16
		13	1

C

<i>calpidomorphus</i> , Nannoconus	133	32	16
<i>carniolensis</i> , Lithraphidites	130	16	13-15
<i>carniolensis</i> (cf), Nannoconus	134	32	11, 17
<i>cava</i> , Ericsonia	121	12	10-11
<i>cayeuxi</i> , Lucianorhabdus	139	15	1-2
		16	5-6
CERATOLITHOIDES	132		
C HIASMOLITHUS	118		
CHIASTOZYGUS	92		
<i>circumradiatus</i> , Markalius	116	26	1-5
COCCOLITHITES	137		
<i>coccosphère</i>	115	28	5-7
<i>columnata</i> , Prediscosphaera	100	21	13-15
<i>communis</i> , Watznaueria	114		
<i>concinus</i> , Heliorthus	86	12	16-18
<i>conicus</i> , Cretarhabdus	95	2	13- 18
COROLLITHION	109		
<i>crenulata</i> , Stradneria	99	7	1-9
<i>cretacea</i> , Prediscosphaera	99	22	1-14
CRETARHABDUS	94		
CRIBROSPHAERA	101		
CRICOLITHUS	119		
<i>Cricolithus</i> sp	121	10	6-9
CRUCIPLACOLITHUS	118		
<i>crux</i> , Staurolithites	82	18	15-16
		27	6-8, 10, 11, 14
<i>cuspis</i> , Rhomboaster	142	23	8, 9
CYCLOCOCCOLITHUS	119		
<i>Cyclococcolithus</i> sp	119	12	14-15
CYLINDRALITHUS	111		
<i>cymbiformis</i> , Arkhangelskiella	103	1	6-11

D

<i>danicus</i> , Chiasmolithus	118	12	3-4
<i>decoratus</i> , Microrhabdulus	128	18	1-5
<i>decorus</i> , Cretarhabdus	95	6	5-10
<i>decussatus</i> , Octopodorhabdus	98	4	10-14
<i>deflandrei</i> , Thoracosphaera	122	30	6-7
<i>dentatus</i> , Staurolithites cf	83	27	9
<i>diplogrammus</i> , Glaukolithus	81	13	2-7, 12-14
<i>discula</i> , Braarudosphaera	126	3	17
DISCORHABDUS	112		

E

<i>ehrenbergi</i> , Cribrosphaera	101	8	1, 13
EIFFELLITHUS	90		
<i>Eiffellithus</i> sp		19	8, 10
<i>elongatus</i> , Nannoconus	134	32	3, 5, 15
<i>elongatus</i> var. <i>cylindrus</i> , Nannoconus	134	32	2
<i>embergeri</i> , Parhabdololithus	88	20	1-6
<i>enormis</i> , Broinsonia	105	1	18-20
<i>erectus</i> , Zygodiscus	78	29	1-3, 5-8
ERICSONIA	121		
<i>ethmopora</i> , Arkhangelskiella	103	1	12-14
<i>exiguum</i> , Corollithion	109	5	1-3
<i>exiguus</i> , Tranolithus	85	26	10-12, 18
<i>eximius</i> , Eiffellithus	91	11	10, 11

F

FASCICULITHUS	128		
<i>Fasciculithus</i> sp	128	11	14-16
<i>floralis</i> , Lithastrinus	139	15	3, 7-11, 15, 16
<i>formicatus</i> , Micrantholithus	127	17	4-6
<i>fossilis</i> , Scapholithus	125	23	10-13
<i>frequens</i> , Nephrolithus	102	17	16-18
<i>furcatus</i> , Marthasterites	140	16	7, 8

G

<i>gallicus</i> , Cyldralithus	111	10	10-13
GATNERAGO	106		
<i>geometricum</i> , Corollithion	109	5	4-5
GLAUKOLITHUS	81		
<i>globulus</i> , Nannoconus	135	31	3, 4
<i>gothicus</i> , Tetralithus	143	25	18-21
<i>grilli</i> , Lithastrinus	140	15	4-6, 12
<i>grossopectinatus</i> , Lithraphidites	130	16	12

H

HAYESITES	137		
<i>hayi</i> , Rucinolithus cf	142	25	16-17
<i>helicoides</i> , Cretarhabdus	95	4	15-16
HELIORTHUS	86		
<i>horticus</i> , Sollasites	117	24	1-5

I

<i>ignotus</i> , Discorhabdus	112	3	1-7
<i>inconspicuus</i> , Marthasterites	141	16	9, 10

K

<i>kamptneri</i> , Ceratolithoides	132	12	12-13
KAMPTNERIUS	107		

L

<i>laffittei</i> , Stephanolithion	108	23	14-18
LITHASTRINUS	139		
LITHRAPHIDITES	130		
<i>litterarius</i> , Chiastozygus	92	4	1-5
<i>loriei</i> , Cretarhabdus	96	6	11-14
LUCIANORHABDUS	138		
LOXOLITHUS	77		

M

<i>magnificus</i> , Kamptnerius	107	14	10-14
		20	11
MARKALIUS	115		
MARTHASTERITES	140		
<i>matalosus</i> , Staurolithites	84	24	6-10
MICRANTHOLITHUS	127		
<i>Micrantholithus</i> sp	127	17	1-3
MICRORHABDULINUS	129		
MICRORHABDULUS	128		
MICULA	141		
<i>minutus</i> , Nannoconus	135	32	9
<i>moeslensis</i> , Rhabdophidites	131	20	17
<i>multicadus</i> , Nannoconus	135	32	4
<i>multiradiatus</i> , Cricolithus	119	9	5-7, 10, 11
<i>murus</i> , Tetralithus	144	25	11, 12

N

NANNOCONUS	132		
NEPHROLITHUS	102		
<i>nitidus</i> , Tetralithus	144	25	22, 23

O

<i>obliquus</i> , Gatnerago	106	2	9-12
<i>obscurus</i> , Tetralithus	144	25	3-5
OCTOPODORHABDUS	98		
<i>octoradiata</i> , Ahmuellerella	93	1	1-5
<i>operculata</i> , Thoracosphaera	123	30	8
<i>orbiculofenestrus</i> , Staurolithites	84	21	1, 2, 9-12
<i>orionatus</i> , Tranolithus	85	26	13-17
<i>ovalis</i> , Pithonella	146	31	1, 2

P

<i>parca</i> , Broinsonia	106	2	1-8
PARHABDOLITHUS	86		
<i>parvidentata</i> , Watznaueria	114	24	11-15
<i>pemmatoideus</i> , Cricolithus ?	120	9 & 10	8, 9 & 1-5
<i>perlongus</i> (cf), Rhabdolithus	123	20	15, 16
PITHONELLA	145		
<i>Podorhabdus</i> sp		21	3
<i>ponticulus</i> , Zygodiscus	79	18	13-14
PREDISCOSPHAERA	99		
<i>prolongata</i> , Watznaueria	115	28	10, 11
<i>pseudanthophorus</i> , Zygodiscus?	80	29	9-12
		26	8, 9
<i>punctatus</i> , Kamptnerius	108	14	8-9
<i>pyramidus</i> , Tetralithus	145	25	1-2, 6-8

Q

<i>quadratus</i> , Lithraphidites	130	16	11
<i>quadratus</i> , Tetralithus	145	25	9, 10

R

<i>rectus</i> (cf), Rhabdolithus	124	20	7-8
<i>regularis</i> , Eiffellithus		11	5-6
REINHARDITES ?	89		
RHABDOLITHINA	88		
RHABDOLITHUS	123		
RHABDOPHIDITES	131		
<i>rhombicum</i> , Corollithion	110	5	11-13
RHOMBOASTER	142		
<i>romani</i> , Cretarhabdus	96	7	10-14
RUCINOLITHUS	142		

S

SCAPHOLITHUS	125		
<i>schizobrachiatus</i> , Cretarhabdus	97	7	15-16
<i>septentrionalis</i> , Lithastrinus	140	15	13, 14
<i>serratus</i> , Cylindralithus	111	10	14, 15
<i>sigmoides</i> , Zygodiscus	87	26	19-23
<i>signum</i> , Corollithion	110	5	6-10
<i>solidus</i> , Cricolithus	121	9	1-4
SOLLASITES	117		
<i>sparsus</i> , Biantholithus	127	12	5-6
<i>specillata</i> , Arkhangelskiella	104	1	16-17
<i>sphaerica</i> , Pithonella	146	30	1-4
<i>spinosa</i> , Prediscosphaera	101	21	4-8
<i>spiralis</i> , Zygodiscus	80	29	13, 14
<i>splendens</i> , Rhadbolithina	88	19	5-7, 9, 11, 12
STAUROLITHITES	82		
<i>staurophora</i> , Micula	141	17	11-15
STEPHANOLITHION	108		
STRADNERIA	99		
<i>stradneri</i> , Microrhabdulus	129	18	6-8
<i>subpertusa</i> , Ericsonia	122	12	7-9
<i>supracretaceus</i> , Coccolithites ?	137	5	14-18

T

<i>tenuis</i> , Cruciplacolithus	118	12	1-2
<i>testudinarium</i> , Biscutum	113	3	8-12
TETRALITHUS	143		
THORACOSPHAERA	122		
<i>Thoracosphaera</i> sp	123	30	5
TRANOLITHUS	85		
<i>truitti</i> , Nannoconus	136	32	6, 8, 10, 12-14
<i>turriseiffeli</i> , Eiffellithus	90	11	1-4, 12, 13

U

<i>unicornis</i> , Cretarhabdus	97	9	13-16
---------------------------------	----	---	-------

W

<i>wassali</i> , Nannoconus	136	31	5-9
-----------------------------	-----	----	-----

WATZNAUERIA	113		
-------------	-----	--	--

Z

ZYGODISCUS	77		
------------	----	--	--

TABLEAU 10

INDEX DES LOCALITES ECHANTILLONNEES

<u>Localité</u>	<u>Etage</u>	<u>N° Tableaux descriptifs</u>
Amboise	Turonien inférieur	14
Andrein	Maestrichtien moyen	11
Angles	Bédoulien	15
Angles	Gargasien	15
Angoumé	Maestrichtien supérieur	11
Archiac	Campanien inférieur	13
Armeau	Turonien moyen	14
Asson	Campanien moyen	11
Aubeterre	Campanien moyen	13
Audignon	Albien moyen	12
Audignon	Albien supérieur	12
Audignon	Cénomanién	12
Audignon	Campanien supérieur	11
Ault	Santonien	13
Auzas	Maestrichtien supérieur	11
Becas	Coniacien	12
Bédoule (La)	Bédoulien	15
Bellocq	Campanien supérieur	11
Bellocq	Maestrichtien moyen	11
Bellocq	Maestrichtien supérieur	11
Bellocq	Danien	11
Bidart	Maestrichtien supérieur	11
Bidart	Campanien moyen	11
Cannes-Ecluse	Campanien supérieur	13
Cap Blanc-Nez	Santonien	13
Cap Blanc-Nez	Turonien supérieur	14
Cap Blanc-Nez	Turonien moyen	14

Cap Blanc-Nez	Cénomanién supérieur	14
Cap Blanc-Nez	Cénomanién moyen	14
Cap Blanc-Nez	Cénomanién moyen	14
Cap Blanc-Nez	Cénomanién inférieur	14
Cap Blanc-Nez	Cénomanién inférieur	14
Carniol	Gargasien	15
Chandoiseaux	Cénomanién supérieur	12
Châteaubernard	Santonien	13
Château-du-Loir	Turonien inférieur	14
Chaumont	Campanien supérieur	13
Cise (Bois de)	Coniacien supérieur	13
Clèdes 201	Bédoulien	12
Clermont 2	Bédoulien	12
Cognac	Santonien	13
Cognac	Coniacien	13
Côte Casaubon	Campanien supérieur	11
Côte de Mina	Campanien supérieur	11
Criel Plage	Santonien	13
Courcelles	Albien moyen	15
Epernay	Campanien supérieur	13
Esmans (Bois d')	Campanien supérieur	11
Estialescq	Maestrichtien supérieur	11
Etigny	Coniacien	13
Foux (La)	Cénomanién moyen	14
Fretevou	Turonien inférieur	14
Gan-Rébénacq, RN 134 bis		
Km 7,750	Coniacien	12
Km 7,550	Santonien	12
Km 5,200	Campanien moyen	11
Km 4,000	Maestrichtien moyen	11
Gargas	Bédoulien	15
Gargas	Bédoulien	15

Gargas	Gargasien	15
Gargas	Gargasien	15
Gargas	Gargasien	15
Gensac	Maestrichtien moyen	11
Genté	Campanien inférieur	13
Géronce	Cénomanién	12
Géronce	Turonien	12
Haut de Gan	Santonien	12
Haut de Gan	Coniacien	12
Hôpital-Ste-Blaise	Santonien	12
Hoquy (2 Km à l'E.)	Turonien supérieur	12
Hoquy (2,700 Km)	Coniacien	12
Ile Madame	Cénomanién	12
Joigny	Turonien moyen	14
Lacq 104	Bédoulien	12
Lahonce	Danien	11
Larcan	Maestrichtien supérieur	11
Laroche-Migennes	Cénomanién supérieur	14
Lasseube	Campanien supérieur	11
Lasseube	Maestrichtien supérieur	11
Lasseube	Danien	11
Lattes (Les)	Cénomanién supérieur	14
Lattes (Les)	Cénomanién supérieur	14
Lattes (Les)	Cénomanién moyen	14
Lattes (Les)	Cénomanién moyen	14
Loubieng	Danien	11
Lougieng	Maestrichtien supérieur	11
Loubieng	Albien inférieur	12
Maestricht	Maestrichtien moyen et supérieur	11
Marlères	Maestrichtien supérieur	11
Meillan 2	Bédoulien	12
Méricourt	Coniacien	13
Mers-les-Bains	Coniacien	13
Mers-les-Bains	Turonien supérieur	14

Mers-les-Bains	Turonien moyen	14
Meschers	Maestrichtien supérieur	11
Meudon	Campanien supérieur	13
Moëslains (Côtes de)	Albien moyen	15
Moëslains (Côtes de)	Albien moyen	15
Moëslains (Côtes de)	Albien inférieur	15
Mouguerre	Maestrichtien supérieur	11
Mouguerre	Danien	11
Moulin de Battan	Cénomanién	12
Nay 101	Bédoulien	12
Nay Collège	Maestrichtien moyen	11
Nay Gendarmerie	Maestrichtien supérieur	11
Obourg	Campanien supérieur	13
Oloron-Ste-Marie	Coniacien	12
Orion	Campanien supérieur	11
Orioule	Maestrichtien supérieur	11
Orthez	Maestrichtien supérieur	11
Pareil (Carrière)	Campanien supérieur	11
Paron	Santonien	13
Pé Marie (Carrière)	Campanien moyen	11
Perguilhem	Bédoulien	12
Pindats (Les)	Maestrichtien supérieur	11
Pléchat-Lahitos	Bédoulien	12
Pollet (Le)	Santonien	13
Poncé-sur-le-Loir	Turonien moyen	14
Pont d'Aurouch	Coniacien et Santonien	12
Pont Labau	Danien	11
Pont sec	Cénomanién inférieur	14
Pont-sur-Yonne	Campanien inférieur	13
Préhacq	Santonien	12
Rébénacq	Turonien moyen	12
Reims-St-Hilaire	Santonien	13

Roquefort Gare	Cénomanién	12
Rosoy	Coniacien	13
Rouen (Côte Ste-Catherine)	Cénomanién supérieur	14
Rouen (Bon Secours)	Turonien supérieur	14
Saint-Christeau (ruisseau)	Cénomanién	12
Salies	Maestrichtien moyen	11
Sazie (ferme)	Campanien supérieur	11
Saucède	Campanien moyen	11
Saulces Champenoise	Coniacien supérieur	13
Saint-Florentin	Vraconien	15
Saint-Julien-du-Sault	Turonien moyen	14
Saint-Loup	Campanien supérieur	11
Saint-Martin-du-Tertre	Campanien inférieur	13
Sainte-l'Heurine	Maestrichtien	13
Sainte-Maure-de-Touraine	Turonien moyen	14
Sainte-Suzanne	Bédoulien	12
Sens (Carrière)	Campanien inférieur	13
Sens Paron	Santonien	13
Spiennes	Maestrichtien	13
Talmon (Le Cailleau)	Campanien	13
Tercis (Grande carrière)	Maestrichtien supérieur	11
Tercis (Palisse Michau)	Albien	12
Teulère (La)	Cénomanién	12
Tréport (Le)	Turonien moyen	14
Tréport (Le)	Turonien supérieur	14
Tréport (Le)	Coniacien	13
Vallentigny	Albien supérieur	15
Vergons	Bédoulien	15
Vergons	Gargasien	15
Verlin	Coniacien	13
Villedieu, La Ribochère	Coniacien	13
Villemoyenne	Albien inférieur	15
Wissant	Albien moyen et supérieur	15

TABLE DES MATIERES

	Pages
Introduction.	4
Historique.	6
Sommaire.	8
Chapitre I - Cadre stratigraphique de l'étude.	
I - Localisation des régions étudiées.	10
II - Caractères et position stratigraphique du matériel étudié.	
A) <i>Aptien</i>	13
B) <i>Albien</i>	14
C) <i>Cénomannien</i>	15
D) <i>Turonien</i>	16
E) <i>Coniacien</i>	17
F) <i>Santonien</i>	17
G) <i>Campanien</i>	18
H) <i>Maestrichtien</i>	18
I) <i>Danien</i>	19
Conclusion.	19
Bibliographie.	
Chapitre II - Techniques et méthodes d'étude.	
I - Méthode d'échantillonnage.	24
II - Techniques de préparation des échantillons.	25
III - Techniques d'observation	
1) En microscopie photonique	27
2) En microscopie électronique	28
Conclusion.	29
Bibliographie.	
Chapitre III - Zonation biostratigraphique.	
I - Généralités et définition.	
1) Sur la conception de la zone biostratigraphique.	32
2) Zonation biostratigraphique des nannofossiles.	33

	Pages
3) Biozonation des nannofossiles du Crétacé français	34
II - Zones biostratigraphiques	35
III - Corrélations	48
IV - Conclusions	50
1) Critique de la méthodologie biostratigraphique	50
2) Critiques concernant les corrélations basées sur les nannofossiles	51
3) Résultats obtenus	52
Bibliographie	
Chapitre IV - Paléoécologie - Paléogéographie.	
I - Ecologie	
1) Ecologie et biologie des Coccolithophoridées	54
2) Distribution et rôle des Coccolithophoridées dans la sédimentation	56
II - Essai paléoécologique et paléobiogéographique.	
1) Relations entre la répartition de la nannoflore et les caractères du sédiment.	57
2) Influence de la situation géographique des gisements sur la nannoflore	58
3) Lieu de fossilisation des coccolithes	59
III - Paléogéographie.	
1) Bassin de Paris (Albien au Campanien supérieur)	60
2) Bassin d'Aquitaine (de l'Aptien au Danien)	62
A) Aquitaine septentrionale	62
B) Aquitaine méridionale et occidentale	63
3) Relations de la nannoflore entre le Bassin d'Aquitaine, le Bassin parisien et d'autres pays.	65
Bibliographie.	

	Pages
Chapitre V - Paléontologie systématique.	
I - Problèmes posés par la classification	71
II - Classification proposée	74
III - Liste raisonnée des espèces	76
Diagramme de variation du nombre des espèces de nannofossiles crétacés, en fonction des étages.	147
Bibliographie	
Conclusions.	
I - Conclusions stratigraphiques	162
II - Conclusions sédimentologiques	165
III - Conclusions paléoécologiques	166
IV - Conclusions paléontologiques	167
V - Conclusions générales	169
Index des genres et des espèces étudiés.	172
Index des localités échantillonnées (tableau 10)	180

T A B L E A U X e t P L A N C H E S

HORS TEXTE

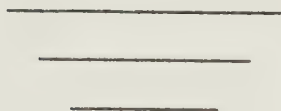
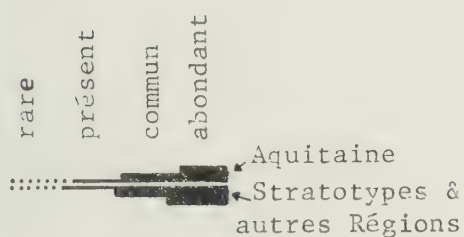


TABLEAU N° 9 .

Répartition des Nannofossiles
calcaires au CRETACE

APTIEN

ALBIEN

CENOMANIEN

TURONIEN

CONIACIEN

SANTONIEN

CAMPANIEN

MAESTRICHIEN

DANIEN

*Ahmuellerella octoradiata**Arkhangelskiella cymbiformis**Arkhangelskiella ethmopora**Arkhangelskiella specillata**Biantholithus sparsus**Biscutum testudinarium**Braarudosphaera africana**Braarudosphaera bigelowi**Braarudosphaera discula**Broinsonia bevieri**Broinsonia enormis**Broinsonia parc**Ceratolithoides kamptneri**Chiasmolithus danicus**Chiastozygus amphipons**Chiastozygus litterarius**Coccolithites ? supracretaceus**Corollithion exiguum**Corollithion geometricum**Corollithion rhombicum**Corollithion signum**Cretarhabdus blacki**Cretarhabdus conicus**Cretarhabdus decorus*

(A)

(A)

(A)

(A)

	APTIEN	ALBIEN	CENOMANIEN	TURONIEN	CONIACIEN	SANTONIEN	CAMPANIEN	MAESTRICHTIEN	DANIEN
<i>Cretarhabdus helicoides</i>									
<i>Cretarhabdus loriei</i>	(S)								
<i>Cretarhabdus romani</i>	=====	=====	=====	=====					
<i>Cretarhabdus schizobrachiatus</i>							=====		
<i>Cretarhabdus unicornis</i>		=====	=====	=====	=====				
<i>Cribrosphaera ehrenbergi</i>				=====	=====	=====	=====	=====	
<i>Cricolithus multiradiatus</i>	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	
<i>Cricolithus pemmatoideus</i>	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	
<i>Cricolithus solidus</i>			=====	=====	=====				
<i>Cruciplacolithus tenuis</i>								(A) ..	
<i>Cyclococcolithus</i> sp.	=====	=====							
<i>Cylindralithus gallicus</i>							=====	=====	
<i>Cylindralithus serratus</i>				=====	=====	=====			
<i>Discorhabdus ignotus</i>			=====	=====	=====	=====			
<i>Eiffellithus anceps</i>					=====	=====	=====		
<i>Eiffellithus eximius</i>				=====	=====	=====	=====		
<i>Eiffellithus turriseiffeli</i>	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	(A) ..	
<i>Ericsonia cava</i>								(A) ..	
<i>Ericsonia subpertusa</i>								(A) ..	
<i>Fasciculithus</i> sp.								(A) ..	
<i>Gatnerago obliquus</i>				=====	=====	=====			
<i>Glaukolithus diplogrammus</i>	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====		
<i>Hayesites albiensis</i>		=====							
<i>Heliorthus concinnus</i>								(A) ..	
<i>Kamptnerius magnificus</i>						=====	=====		
<i>Kamptnerius punctatus</i>					=====	=====			

	APTIEN	ALBIEN	CEJOMANIEN	TURONIEN	CONIACIEN	SANTONIEN	CAMPANIEN	MAESTRICITIEN	DANIEN
<i>Lithastrinus floralis</i>									
<i>Lithastrinus grilli</i>									
<i>Lithastrinus septentrionalis</i>									
<i>Lithraphidites carniolensis</i>									
<i>Lithraphidites grossopectinatus</i>									
<i>Lithraphidites quadratus</i>									
<i>Loxolithus armilla</i>									
<i>Lucianorhabdus cayeuxi</i>									
<i>Markalius astroporus</i>									
<i>Markalius circumradiatus</i>									
<i>Marthasterites furcatus</i>									
<i>Marthasterites inconspicuus</i>									
<i>Micrantholithus fornicatus</i>								(A)	
<i>Micrantholithus</i> sp.									
<i>Microrhabdulinus ambiguus</i>									
<i>Microrhabdulus decoratus</i>									
<i>Microrhabdulus stradneri</i>									
<i>Micula staurophora</i>									
<i>Nephrolithus frequens</i>									
<i>Octopodorhabdus decussatus</i>		 ?							
<i>Parhabdolithus angustus</i>									
<i>Parhabdolithus asper</i>									
<i>Parhabdolithus embergeri</i>									
<i>Prediscosphaera columnata</i>									
<i>Prediscosphaera cretacea</i>									
<i>Prediscosphaera spinosa</i>									

[illegible]

	APTIEN	ALBIEN	CENOMANIEN	TURONIEN	CONIACIEN	SANTONIEN	CAMPANIEN	MAESTRICHIEN	DANIEN
<i>Tranolithus exiguus</i>									
<i>Tranolithus orionatus</i>									
<i>Watznaueria barnesae</i>									
<i>Watznaueria communis</i>									
<i>Watznaueria parvidentata</i>									
<i>Watznaueria cf prolongata</i>				.. ?					
<i>Zygodiscus acanthus</i>									
<i>Zygodiscus bussoni</i>									
<i>Zygodiscus erectus</i>				?					
<i>Zygodiscus ponticulus</i>									
<i>Zygodiscus pseudanthophorus</i>									
<i>Zygodiscus sigmoides</i>								(A)	
<i>Zygodiscus spiralis</i>									
<i>Nannoconus elongatus</i>									
<i>Nannoconus globulus</i>									
<i>Nannoconus minutus</i>									
<i>Nannoconus multicaudus</i>			(S)						
<i>Nannoconus truitti</i>									
<i>Nannoconus wassali</i>									
<i>Pithonella ovalis</i>									
<i>Pithonella sphaerica</i>									

TABLEAU N° 11

Etages		Localités et situation	N° de gisement	Cartes & Coordonnées (Lambert)			Formations & Lithologie
DANIEN		Loubieng (B.P.), carrière sur la RN 647	I49 A, I49 B	Orthez	350,660	I29,970	Marnes intercalées dans des calcaires compacts
		Lahonce (B.P.), carrière du passage à niveau	I76	Hasparren	300,140	I38,440	Calcaire marneux rose saumon
		Mouguerre (B.P.), RN 636 au Km I27	I74	Hasparren	295,970	I36,360	Calcaire marneux
		Bellocq (B.P.), bord du Gave, sous ruines du château	92I	Orthez	337,715	I40,655	Calc.marneux blanc assez dur à <i>Globigerina daubjergensis</i>
		Lasseube (Basses Pyrénées)	I4I	Pau	370,040	I06,460	Calcaires assez indurés dit " Calcaire de Lasseube "
		Pont Labau (B.P.), carrière sur la RN I34 bis	I33	Oloron	378,600	I03,510	Calcaires marneux ou " Calcaire de Lasseube "
		Pont Labau (B.P.), cimenterie de Pont Labau	I34	Oloron	378,730	I03,520	" " " " " "
MAESTRICHTIEN	Supérieur	Les Pindats (B.P.), talus route de Bosdarros (stade)	309, 310	Lourdes	381,680	I02,680	Calc. marneux gris bleuté " Marnes de Nay "
		Lasseube (B.P.), au Sud de l'Eglise de Lasseube	90I, 902	Pau	371,510	I05,710	Marnes gris verdâtre " Marnes de Nay "
		Nay (B.P.), talus derrière la gendarmerie	909	Lourdes	388,610	I00,800	Marne gélique gris vert à <i>Globotruncana contusa</i> (M. de Nay)
		Estialescq (B.P.), carrière à l'est du village	I42	Pau	365,750	I06,230	Calc. gélif argileux crème à " "Calc.argil. d'Estial."
		Marlères (B.P.), carrière	I44, I45, I46	Pau	364,480	I05,140	Marnes avec int. rares lits de grès "Calc. argil. d'Estial."
		Bidart (B.P.), Pte Ste Barbe, plage de Caseville	927	Bayonne	281,880	I34,710	Calc. saumon à trainées jaunâtres "Marnes de Bidart"
		Bellocq (B.P.), talus du four à chaux	926	Orthez	334,860	I39,680	Marne bleue à trainées rougeâtres " Flysch "
		Orthez (B.P.), carrière à la sortie Est du village	91I	Orthez	350,240	I36,400	Marnes " Flysch "
		Orriule (B.P.), talus	I57	Orthez	341,025	I28,220	Marnes " Flysch "
		Tercis (Landes), grande carrière près chemin de Bédât	960, 96I	St-Vinc-de-Tyr.	321,300	I59,080	Calcaires argil. gris blanchâtre " Faciès aturien "
		Angoumé (Landes), four à chaux	968	St-Vinc-de-Tyr.	320,490	I59,570	Calcaire marneux blanc " Faciès aturien "
		Mouguerre (B.P.), talus de la route	I75	Hasparren	298,250	I37,020	Marnes beiges " Flysch "
		Loubieng (B.P.), carrière	I50	Orthez	350,010	I29,880	Calcaire marneux " Flysch "
		Auzas (Hte Garonne), talus	286, 287	St-Gaudens	482,130	97,925	" Marnes d'Auzas " argileuses, gris rougeâtre
		Larcen (Hte Garonne), carrière	292, 293	Montrejeau	468,140	99,150	Calcaire marneux
	Moyen	Meschers (Chrte maritime), falaise de la Conche des Nonn.	986, 987	Royan	342,050	67,790	Marne beige à <i>Ostrea vesicularis</i>
		Gan (B.P.), talus W de la RN I34 bis, au Km 4,0	I35, I36	Oloron	378,415	I03,250	Marne gris blanc plus ou moins carbonatée
		Nay (B.P.), carrière près du collège	905	Lourdes	388,470	I00,160	Marne argileuse verdâtre en feuillets
		Talus de la route de Salies à Bellocq (B.P.)	928, 929	Orthez	337,200	I38,120	Marne calcaire en plaquettes à <i>Globotruncana stuarti</i>
		Ruisseau St-Jacques (B.P.)	930, 93I, 932	Orthez	336,685	I38,900	Marne calcaire en plaquettes
		Ruisseau Andrein (B.P.), lit du Ruisseau	I56	Orthez	338,350	I26,485	Calcaire marneux " Flysch "
		Gensac (Hte Garonne), talus	I32	Boulogne/Gesse	459,125	I06,850	Calc.marneux et " Marnes de Gensac " gris jaunâtre
		Ruisseau de l'Espérance (B.P.), lit du ruisseau	934	Orthez	336,600	I38,760	" Flysch ", marne grise très tendre
		Carrière Pareil (B.P.), sur les bords du Luz	910	Lourdes	386,760	99,650	" Flysch ", marne verd. plastique à <i>Globotruncana calcarata</i>
		Est de la ferme Sazie (B.P.), sur le ruisseau Arrouy	308	Lourdes	388,490	99,040	Marnes argileuses vertes à ocres " Flysch "
		D 34, au Km I7 en direction de Lasseube (B.P.)	I40	Oloron	371,425	I04,530	" Flysch ", marnes gris bleuté à verdâtre
		Audignon Dumes (Landes), 200 m au NW ferme Lasserre	974	Hagetmau	363,390	I61,400	Calc. à <i>Echinocorys vulgaris</i> , argileux et glauconieux
		Côte Casaubon (B.P.), route de Bellocq à Salies	923	Orthez	338,310	I39,670	Faciès " Flysch ", marne gris beige
		Côte de Mina (B.P.), route de Salies à Sauveterre	940	Orthez	334,560	I29,520	Faciès " Flysch ", marne gris bleuté
		St Loup (Hte Garonne), carrière	296	Boulogne/Gesse	457,430	I05,300	" Marnes de Saint-Loup " bleutées
CAMPANIEN	Supérieur	Orion (B.P.), carrière sur la D 23	I58	Orthez	340,830	I30,170	Faciès " Flysch ", calcaire argileux gris blanchâtre
		Gan (B.P.), RN I34 bis entre Gan et Rebenacq, au Km 5,200	I37, I38	Oloron	378,160	I01,890	Faciès " Flysch ", marne et bancs calc. à <i>Gl. calcarata</i>
		Hermitage d'Asson (B.P.), ferme Nabarra	307	Lourdes	389,480	98,030	" Dalle d'Asson ", marne verdâtre à <i>Globotr. elevata</i>
		Saucède (B.P.), dans le Gave, au Sud du village	I43	Pau	354,730	I12,090	Marnes grises
		Pé Marie (Landes), carrière	990	Hagetmau	366,0	I62,7	Calcaires marneux gris
	Moyen	Bidart (B.P.), Pointe Ste Barbe, falaise	I73	Bayonne	275,960	I29,980	Intercalations marneuses dans le Flysch à silex

TABLEAU N° 12 .

Etages	Localités et Situation	N° de Gisement	Cartes & Coordonnées (Lambert)			Formations & Lithologie
SANTONIEN	RN I34 bis Gan - Rébénacq au Km 7,550 (B. Pyrénées)	I38, I39	Oloron	377,625	99,880	Marnes beiges rougeâtres à <i>Globotruncana concavata</i> (Flysch)
	Pont d'Aurouch sur le Soust (B.P.)	3I3	Oloron	378,725	98,900	Marnes gris noirâtres intercalées dans les "Calc. à Orbitoides"
	Halte Haut de Gan dans le Lashies (B.P.)	32I	Oloron	375,360	IOI,380	Marnes gris jaunâtres
	Route de Géronce à l'Hôpital-St-Blaise, 2,8 Km avant (B.P.)	330	Mauléon-Lich.	350,040	II0,820	Marnes argileuses grises rougeâtres <i>Glob. concavata</i>
	Pont de Préchacq, au bord du Gave (B.P.)	329	Pau	352,6IO	II2,555	Marnes gris blanchâtres
CONIACIEN	RN I34 bis Gan - Rébénacq au Km 7,750 (B.P.)	306, 307	Oloron	377,720	99,650	Marnes jaunes à <i>Globotruncana fimbriata</i> et <i>G. schneegansi</i>
	Pont d'Aurouch sur le Soust (B.P.)	3I2	Oloron	379,160	99,230	Marnes grises à " " "
	Carrière au N de la ferme Becas (B.P.)	3I9	Oloron	37I,245	IO2,180	Marnes argileuses grises à " " "
	D 34 entre Haut de Gan et Lasseube : ferme Labarthe (B.P.)	323	Oloron	373,305	IOI,975	Marnes argileuses beiges ("Dalles de Bidache") à "
	D 25 à 2,7 Km d'Hoquy (B.P.)	332	Mauléon-Lich.	343,890	IO9,340	Marnes gris verdâtres à " " "
	Rive droite du Gave entre Oloron-Ste-Marie et Bidos (B.P.)	328	Oloron	36I,440	IOI,760	Calcaire marneux bleu en dalles de 5 cms à " "
TURONIEN	Chateau de Luppé (Basses Pyrénées)	305	Lourdes	389,500	96,660	Calc. argileux, minces lits de marnes à <i>Glob. helvetica</i>
	2 Kms à l'Est d'Hoquy (Basses Pyrénées)	333	Mauléon-Lich.	343,375	IO8,900	Marnes grises en plaquettes à " "
	Géronce sur les bords du Joos (Basses Pyrénées)	I47	Pau	353,900	IO7,2I5	Marnes feuilletées grises (Flysch) à " "
	Au S de la RN 636, entre Rebenacq et la ferme Lanaspres	3I4	Oloron	378,390	98,770	Intercalations de marnes grises (Flysch) à " "
	D 34 entre Haut de Gan et Lasseube : ferme Esquie (B.P.)	3I7, 3I8	Oloron	372,360	IOI,250	Calcaire marneux (Flysch) à " "
CENOMANIEN	Ruisseau de St Christau (Basses Pyrénées)	327	Oloron	362,300	95,250	Marnes gris noirâtres (Flysch) à <i>Rotalipora apenninica</i>
	Moulin de Chandoiseaux (Basses Pyrénées)	I52	Mauléon-Lich.	336,165	I22,270	Calc. marneux "Dalles de Bidache" (flysch) à "
	La Têulère-du-Bas, dans la rivière Lihoury (B. Pyrénées)	953	Hasparren	3I7,740	I34,840	Marnes noires tendres dites "Marnes d'Oyanchoury"
	Carrière de Géronce (Basses Pyrénées)	I54	Pau	353,890	IO8,650	Marnes grises à <i>Rotalipora cushmani</i>
	Marnière Burret près d'Audignon (Landes)	I79	Hagetmau	363,500	I62,150	Marnes gris jaunes à Huitres
	Près de la gare de Roquefort (Landes)	989	Roquefort	386,640	I96,750	Marnes jaunâtres à <i>Praealveolina</i>
	Moulin de Battan (Basses Pyrénées)	952	Hasparren	3I8,330	I35,350	Intercalations marneuses dans le Flysch
	Ile Madame (Charentes Maritimes)	4I3	Ile d'Oléron	332,365	II2,7IO	Calc. blanc argileux à <i>Praealveolina</i> et <i>Ovalveolina</i>
ALBIEN	Marnière entre Audignon et Layerte (Landes)	988, 990	Hagetmau	360,180	I62,460	Marnes grises à <i>Tritaxia</i>
	Ruisseau de Palisse-Micheau à Tercis (Landes)	965, 966	St-V. de Tyros.	322,350	I57,900	Calcaires marneux noirs et Marnes à spicules
	Route Audignon - Banos (Landes)	I80	Hagetmau	362,400	I62,600	Marnes noires
	Sud de Loubieng (Basses Pyrénées)	9I9, 920	Orthez	350,350	I29,400	Marnes noires
BEDOULIEN	Sainte Suzanne (Basses Pyrénées)	I62, I6I	Orthez	345,340	I35,660	Marnes grises ou "Marnes de Ste Suzanne"
	Pléchat-Lahitosse (Basses Pyrénées)	9I8, 9I7	Orthez	345,720	I32,820	Marnes noires " "
	Perguilhem (Basses Pyrénées)	9I6	Orthez	345,320	I35,2IO	Marnes noires " "
	Sondages S.N.P.A.: Clêdes 20I, carottes C IO - C I8 (L.)		Hagetmau	379,345	I50,IO9	Marnes argileuses à Spicules
	Clermont 2, C 29 - C32 (B.P.)		Dax	334,537	I52,590	Marnes de Sainte Suzanne
	Meillan 2, C IO et C II (B.P.)		Morlaas			Argile calcaire gris foncé
	Nay IOI, C 9 (B.P.)		Lourdes	388,070	96,480	Marnes de Sainte Suzanne
	Lacq IO4, C I7 à C 22 (B.P.)		Arthez-de-B.	359,II2	I28,855	Marnes de Sainte Suzanne

TABLEAU N° 13

Etages	Localités et Situation	N° de Gisement	Cartes & Coordonnées(Lambert)	Formations & Lithologie
MAESTRICHT.	Maestricht (Hollande), carrière E.N.C.I. St-Pieters. Spiennes (Belgique), crayères d'Harmignies	567, 568 566	Maestricht Mons	Calcarénite (niveaux mc , md) Craie chargée de silex
CAIPANIEN	Meudon (Hts de S.), talus murisserie de Bananes Obourg (Belgique), carrière Bois d'Esmans (Yonne), carrière Epernay (Marne), carrière Cannes-Ecluse (Yonne), talus chemin : RN 5 - Cannes Chaumont (Yonne), carrière du bois de Champigny Ste-L'Heurine (Ch.), lieu dit "les Moulins", RN 700 Aubeterre (Ch.), sous le château, et près gendarm. Sens (Yonne), carrière St-Martin-du-Tertre (Yonne), chemin de la chapelle Pont-sur-Yonne (Yonne), carrière Talmont (Ch.), falaise du Cailleau Genté (Ch.), à l'entrée du Bourg Archiac (Ch.Mar.)	563 565 522, 52I 530 520 517 223, 224 536, 539 515 514 512 560 545 54I	Paris 593,340 124,150 Mons Montereau 645,550 72,225 Avize 720,975 149,650 Montereau 648,300 73,245 Montereau 657,370 69,110 Pons 388,055 65,540 Ribérac 429,900 332,380 Sens 668,790 56,025 Sens 668,725 56,175 Montereau 666,275 63,750 St-Vivien 347,030 364,010 Cognac 393,260 73,300 Barbézieux 394,050 361,450	Craie jaunâtre à <i>Belemnitella mucronata</i> Craie blanche Craie blanche Craie blanche Craie blanche Craie beige Marne crayeuse Marne crayeuse Craie à silex Craie à silex à <i>Actinocamax quadratus</i> Craie à silex Marne crayeuse jaunâtre Calcaire marn. gris blanchâtre Marne crayeuse
SANTONIEN	RN 3I Reims-St-Hilaire (Marne), carrière face cimet. Le Pollet (S.Mar.) falaise Criel-Plage (S.Mar.), falaise Ault (S.Mar.), falaise Cap Blanc Nez (Pas de Calais), falaise Paron-Gron (Yonne), falaise à sortie Paron sur RN72 Sens-Paron (Yonne), falaise à l'W de RN 72 Cognac (Ch.), 4 kms W Cognac , sur talus RN 14I Chateaubernard (Ch.), tranchées S.N.C.F. SE de Rutel	525 109 505 507 894 198 510, 51I 216, 217 218	Chalons 756,025 136,200 Dieppe E 510,400 248,950 Dieppe E 530,700 264,000 Dieppe E 536,400 267,400 Marquise 555,935 358,885 Sens 668,345 53,800 Sens 668,800 54,300 Pons 388,450 80,780 Cognac 391,240 78,520	Craie blanche peu argileuse Craie blanche, grenue, à silex Craie blanche à silex Craie blanche à silex Craie à silex branchus Craie à silex Craie blanche à silex à <i>Micraster coranguinum</i> Craie marneuse blanchâtre, en plaquette Craie jaunâtre
CONIACIEN	Saulces champenoises((Ardennes), carrière Bois de Cise (S.Mar.) Le Tréport (S.Mar.), falaise Mers-les-Bains (Somme), falaise Méricourt (Yvelines), falaise le long de la D II4 Verlin (Yonne), carrière près du cimetière Rosoy (Yonne), carrière dominant l'Yonne Etigny (Yonne) , carrière au S du village Cognac (Ch.), au S du lycée de Garçons Villedieu (L.& Ch.), carrière de la Ribochère	523 504 112 502 214 203 200 199 226, 227 208	Attigny 757,300 195,300 Dieppe E 534,700 266,000 Dieppe E 530,350 262,700 Dieppe E 532,100 263,800 Mantes 547,000 147,390 Joigny 670,050 34,615 Sens 668,100 51,050 Sens 670,800 48,200 Cognac 392,150 80,300 La Chartre/L. 472,850 304,500	Craie argileuse jaunâtre à Inocérames Craie blanche Craie blanche à silex Craie Craie à silex Craie sans silex Craie à prismes d'Inocérames Craie à silex branchus à <i>Micraster cortestudinarium</i> Calcaire jaune crayeux Tuffeau jaune crayeux à lits de silex

TABLEAU N° 14 .

Etages		Localités et Situation	N° de Gisement	Cartes et Coordonnées			Formations et Lithologie
TURONIEN	sup.	Le Tréport (S.Mar.), falaise	90	Dieppe E	530,350	262,700	Craie marneuse sans silex à <i>Micraster leskei</i>
		Mers-les-Bains (Somme), falaise	50I	Dieppe E	532,100	263,800	Craie à silex
		Cap Blanc Nez (P.de C.), falaise	892	Marquise	555,890	358,865	Craie blanche à silex à <i>Micraster planus</i>
		Route Blossenville-Bonsecours (S.Mar.)	373	Rouen E	511,725	192,025	Craie marneuse massive sans silex
	moyen	Le Tréport (S.Mar.), falaise	113	Dieppe E	530,350	262,700	Craie à silex à <i>Inoceramus brogniarti</i>
		Mers-les-Bains (Somme), falaise	500	Dieppe E	532,100	263,800	Craie à silex
		Cap Blanc Nez (P.de C.), falaise	89I	Marquise	555,850	358,850	Marnes blanc-verdâtres, craie marneuse avec silex
		Armeau (Yonne), carrière	20I	Joigny	672,650	339,700	Craie marneuse, Zone E, à silex
		St-Julien-du-Sault (Yonne), carrière	202	Joigny	671,775	336,825	Craie blanche, Zone D, premiers silex
		Joigny (Yonne), côte St-Jacques	206	Joigny	676,775	332,925	Craie blanche compacte, Zone C à <i>Terebratulula gracilis</i>
		Poncé-sur-le-Loir (Sarthe), croisement RN 817, D 223	213	La Chartre	474,050	308,600	Calcaire sableux
		Ste-Maure-de-Touraine (I. & L.), habitations creusées	212	Ste Maure	466,550	336,450	Craie jaunâtre indurée, micacée à <i>Acanthoceras bizeti</i>
	inf.	Château-du-Loir (Sarthe)	211	La Chartre	455,550	300,150	Craie bleue grisâtre à <i>Inoceramus labiatus</i>
		Amboise (I. & L.), carrière du four à chaux	210	Amboise	496,100	268,050	Craie argileuse jaunâtre
		Fretevou (L. & Ch.), carrière	209	Selles/Cher	534,600	252,600	Craie blanche marneuse
CENOMANIEN	sup.	Les Lattes (A.M.), ravin de marnes	467	Castellane	953,270	178,920	Marnes schisteuses grises à <i>Calycoceras naviculare</i>
		Les Lattes (A.M.), ravin de marnes	466, 46I	Castellane	953,270	178,920	Marnes calcaires bleutées
		Cap Blanc Nez (Pas de Calais)	888	Marquise	555,560	358,470	Craie marneuse à <i>Actinocamax plenus</i>
		Rouen (S.Mar.), côte Ste-Catherine	372	Rouen E	511,050	193,350	Craie marneuse blanchâtre à silex branchus
		Laroche-Migennes (Yonne), carrière	205	Joigny	687,950	335,875	Marne crayeuse à silex
	moyen	La Foux (A.M.), talus de marnes	450	Castellane	949,375	177,780	Marnes intercalées dans des bancs calcaires à <i>A. rothomagense</i>
		Les Lattes (A.M.), ravin marneux	456, 457, 460	Castellane	953,280	178,870	Marno-calcaires bleutés
		Les Lattes (A.M.)	455	Castellane	953,410	178,815	Marnes schisteuses
		Cap Blanc Nez (Pas de Calais)	890	Marquise	555,500	358,405	Craie marneuse grise à <i>Kingenia lima</i>
		Cap Blanc Nez (Pas de Calais)	893	Marquise	555,640	358,530	Craie marneuse grise
	inf.	Les Mujouls (A.M.), ravin entre village et torrent	469	Roquesteron	963,480	185,545	Marnes bleutées à <i>Mantelliceras mantelli</i>
		Les Mujouls (A.M.)	449	Roquesteron	963,570	185,520	Marnes schisteuses bleutées
		Les Mujouls (A.M.)	448	Roquesteron	963,730	185,420	Marnes intercalées dans des calcaires
		Pont Sec (A.M.)	451	Castellane	951,760	177,850	Marno-calcaires bleutés
		Cap Blanc Nez (Pas de Calais)	895	Marquise	555,345	358,250	Craie grise marneuse à <i>Schloenbachia varians</i>

TABLEAU N° 15

Etages		Localités et Situation	N° de Gisement	Cartes & Coordonnées (Lambert)			Formations & Lithologie
A L B I E N	sup.	St Florentin (Yonne), tranchée route St Flor.-Venisy Wissant (P.de C.), sur la plage Vallentigny (Aube), carrière	I24, I25, I26 896 99I, 992	St-Florentin Marquise Chavanges	703,675 554,260 767,400	335,440 356,950 85,225	Marnes grises dites "marnes de Brienne" Argiles gris bleu Argiles noirâtres à <i>Mortoniceras inflatum</i>
	moyen	Côtes de Moëslains (Hte Marne) Wissant (P.de C.), sur la plage Courcelles (Aube), carrière Côtes de Moëslains (Hte Marne)	I007, I008 897, 898 CIO, CI2, CI7 I005, I006	St- Dizier Marquise Bouilly St-Dizier	788,375 554,215 740,050 788,375	I04,925 356,845 55,950 I04,925	Argiles gris jaune à <i>Hoplites dentatus</i> Argiles grises du Gault Argiles grises indurées à <i>Lyelliceras lyelli</i> Argiles bleu-noir (niveau 6)
	inf.	Villemoyenne (Aube), carrière Côtes de Moëslains (Hte Marne)	V929, V925, V923, V922 I003, I004	Bouilly St-Dizier	740,835 788,375	54,275 I04,925	Argiles tégulines bleu ardoise Argiles grises à <i>Douvilleiceras mamillatum</i> (niveau 5)
A P T I E N	GARGASIEN	Colline de Gargas (Vaucluse) Colline de Gargas (Vaucluse) Colline de Gargas (Vaucluse) Vergons (B.A.), chemin de la chapelle Angles (B.A.), au S du village Carniol (B.A.), colline	370 I2I 368 284 277, 278 I08	Cavaillon Cavaillon Cavaillon Castellane Entrevaux Sault-de-V.	843,295 843,390 843,600 940,890 938,630 86I,520	I82,045 I8I,880 I8I,805 I88,300 I9I,020 I9I,675	Marnes grises (formation 4) niveau G niveau F niveau E Interlits marneux à <i>Aconoceras nusus</i> Marnes bleu-gris Marnes gris-bleu
	BEDOULIEN	Gargas (Vaucluse), carrière dans la colline Gargas (Vaucluse), carrière dans la colline Vergons (B.A.), colline à l'W du village Angles (B.A.), côte 98I dans la colline La Bédoule (B.du Rh.), station de Cassis	365, I22 366 283 276, 275 I04	Cavaillon Cavaillon Castellane Entrevaux Cassis	843,945 843,945 940,885 938,155 86I,200	I8I,5I0 I8I,5I0 I88,290 I9I,030 I08,890	Marnes argileuses jaunâtres Marnes argileuses gris-jaunâtres (formation 3) Interlits marneux Marnes bleues sombres (formation 3) Calcaires marneux bleutés (formation 3) à <i>Desh. deshayesi</i>

P L A N C H E S

PLANCHE 1

1 - 5 . Ahmuellerella octoradiata (GORKA) REINHARDT.

1, 1.n. : face distale, HM 566, Maestrichtien inférieur, Maestricht (Hollande) : × 2000.

2, n.c., 3, 1.n. : face proximale, HM 158, Campanien supérieur, Aquitaine : × 2000.

4, 1.n., 5, n.c. : face distale, HM 923, Campanien supérieur, Côte Casobon, Aquitaine : × 2000.

6 - 11 . Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA.

6 : face supérieure, SM 11/58, Maestrichtien moyen, Maestricht (Hollande) : × 4000 env.

7 : face proximale, SM 11/52, même provenance : × 6500.

8, n.c., 9, 1.n. : HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

10, 1.n., 11, n.c. : HM 564, Campanien supérieur, Meudon : × 2000.

15 . Broinsonia bevieri BUKRY.

15 : face proximale, SM 11/50, Campanien supérieur (Aquitaine)

HM 934 : × 4000 env.

12, 13, 14 . Arkhangelskiella ethmopora BUKRY.

12, n.c., 13, 1.n. : HM 502, Coniacien, Mers-les-Bains : × 2000.

14, 1.n. : HM 510, Santonien, Paron (Yonne) : × 2000.

16, 17 . Arkhangelskiella specillata VEKSHINA.

16, 1.n., 17, 1.n. : 2 mises au point différentes, HM 910, Campanien supérieur, Carrière Pareil (Aquitaine) : × 3000.

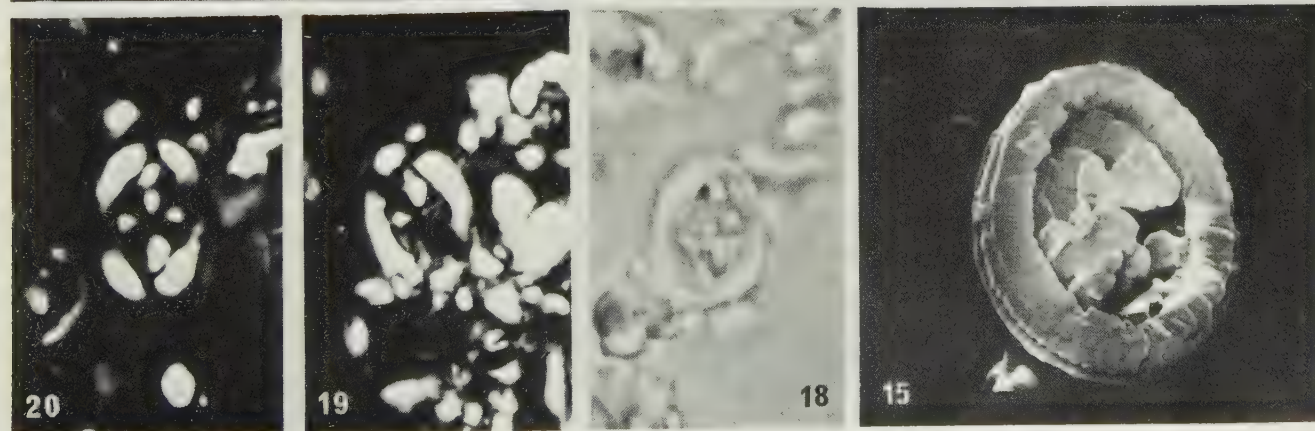
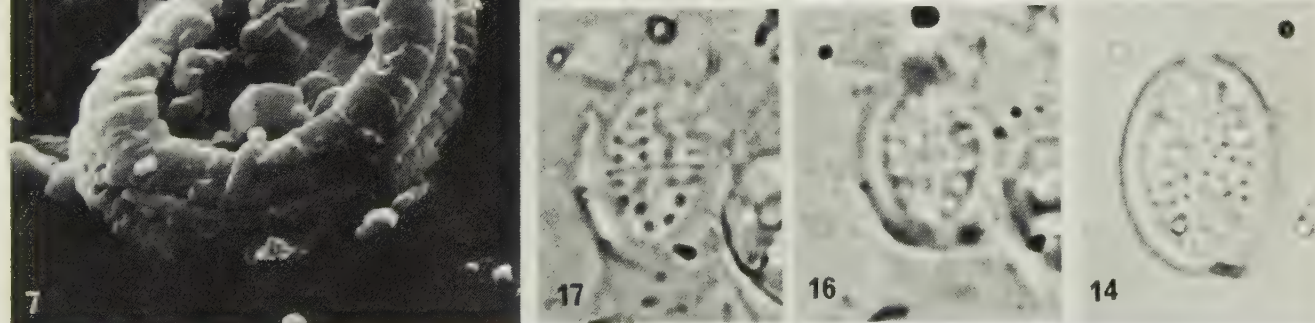
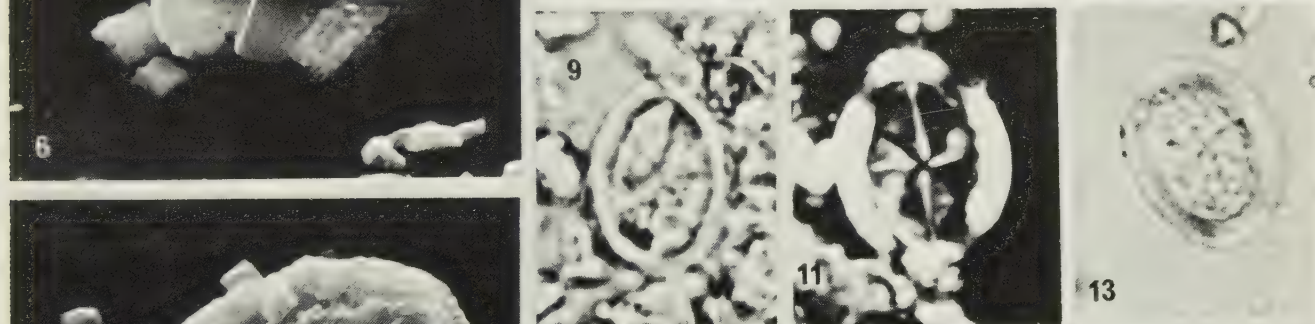
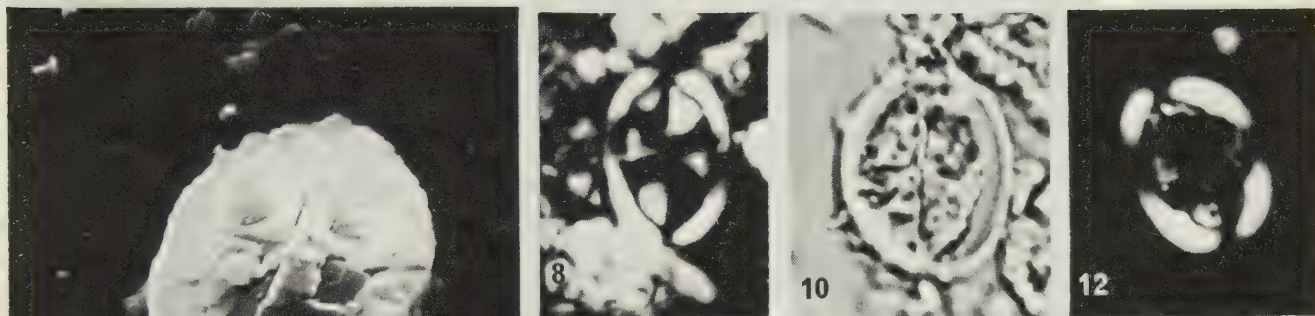
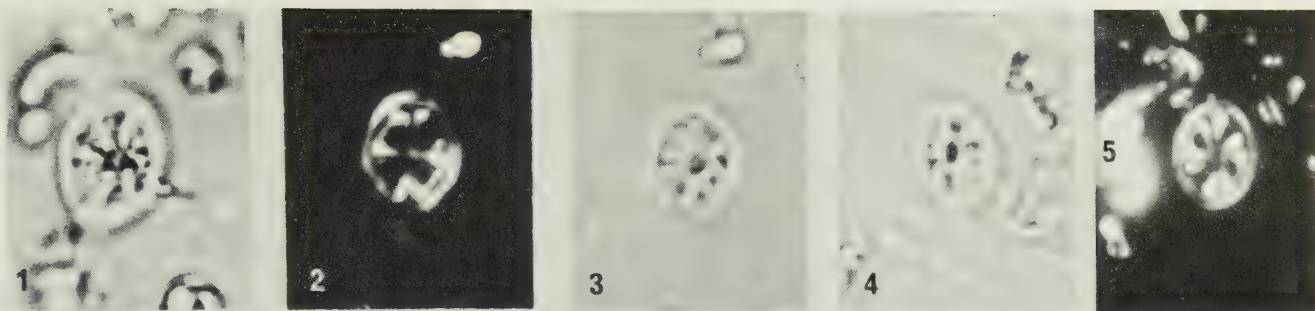
18 - 20 . Broinsonia enormis (SHUMENKO) nov. comb.

18, 1.n., 19, n.c. : HM 211, Turonien inférieur, Château-du-Loir : × 2000.

20, n.c. : HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 2000.

N.B. - Je désigne par 1.n., les photographies prises en lumière naturelle, et par n.c., celles prises entre nicols croisés.

- L'angle α d'observation du Coccolithe au Stéréoscan (par rapport à la verticale) oscille généralement aux alentours de 45°.



1 - 8 . Broinsonia parca (STRADNER) NOEL.

1 : face inférieure montrant l'aire centrale perforée, SM 11/28, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 7500 env.

2 : vue de profil, SM 11/36, même gisement : × 6500 env.

3, 1.n. : HM 934, même gisement : × 2500.

4, 1.n. : HM 910, Campanien supérieur, Carrière Pareil : × 2000.

5, 1.n., 6, n.c. : HM 530, Campanien supérieur, Epernay : × 2000.

7, 1.n., 8, n.c. : HM 510, Campanien, Pont-sur-Yonne : × 2000.

9 - 12 . Gatnerago obliquus (REINHARDT) BUKRY.

9, n.c. 10, 1.n. : HM 510, Santonien, Paron (Yonne) : × 2000.

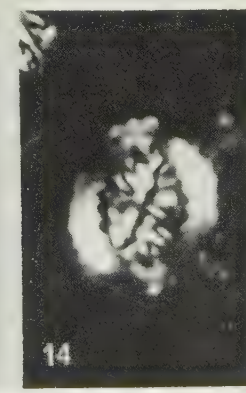
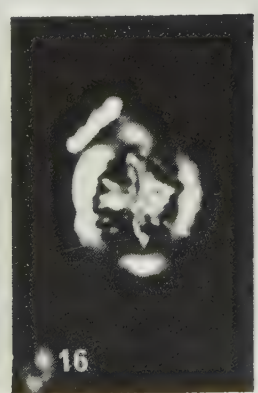
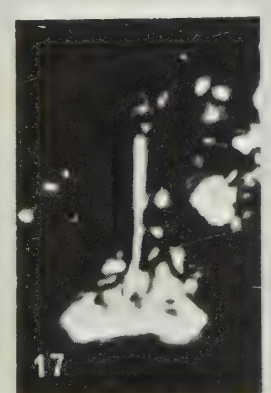
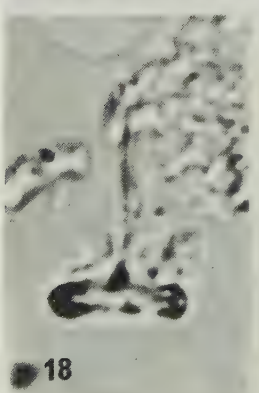
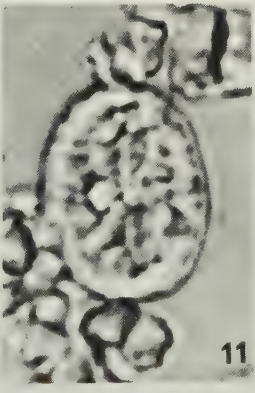
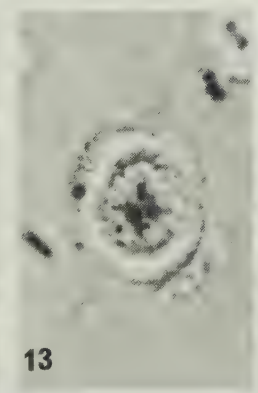
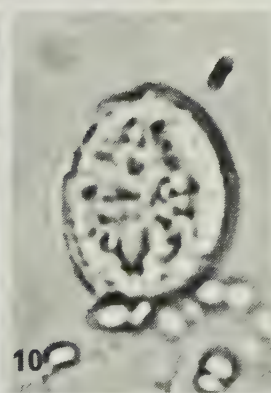
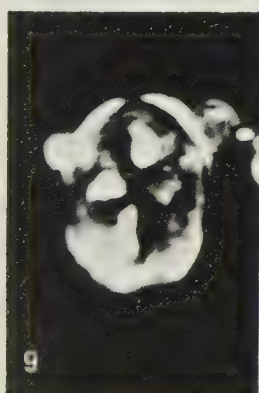
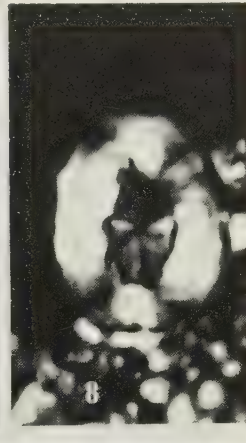
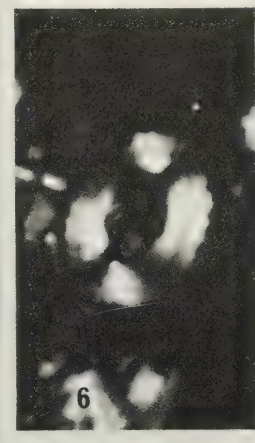
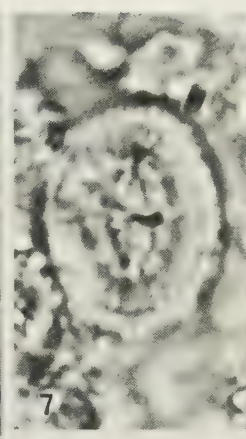
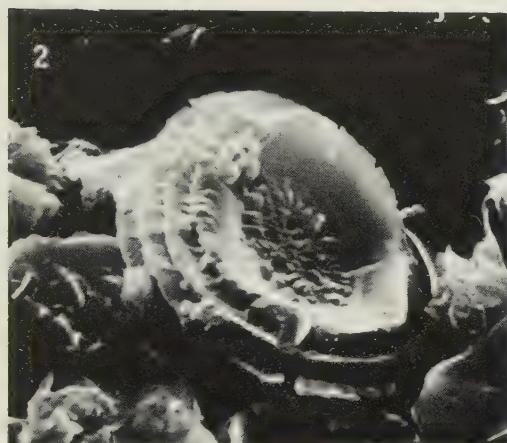
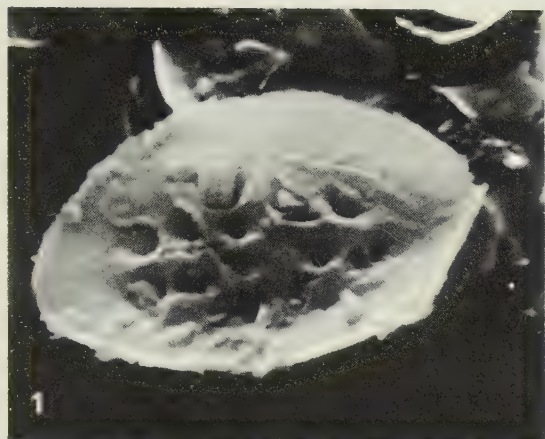
11, 1.n., 12, n.c. : HM 213, Turonien moyen, Poncé-sur-Loir : × 2000.

13 - 18 . Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI.

14, n.c., 15, 1.n. : HM 542, Campanien supérieur, Aubeterre : × 2000.

13, 1.n., 16, n.c. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 2500.

17, n.c., 18, 1.n. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 2000.



1 - 7 . Discorhabdus ignotus (GORKA) PERCH-NIELSEN.

1 : face inférieure, SM 8/49, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 13 500 env.

2 : face supérieure, SM 9/9, même gisement : × 12 000 env.

3, 1.n. : HM 466, Cénomanién supérieur, Les Lattes : × 3000.

4, n.c., 5, 1.n. : HM 895, Cénomanién inférieur, Cap Blanc-Nez :
× 2000.

6, 1.n., 7, n.c. : HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 2000.

8 - 12 . Biscutum testudinarium BLACK & BARNES.

8, n.c. : HM 565, Campanien supérieur, Craie d'Obourg (Belgique) :
× 2500.

9, n.c., 10, 1.n. : HM 209, Turonien inférieur, Fretevou : × 2000.

11, n.c., 12, 1.n. : HM 509, Coniacien, Gron : × 2000.

13, 14, 16 . Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE.

13, n.c. : coque de Braarudosphaera, HM 988, Albien supérieur,
Audignon : × 2000.

14 : SM 9/70, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 4000 env.

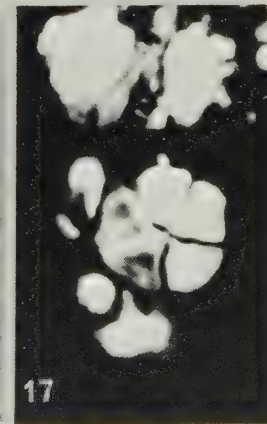
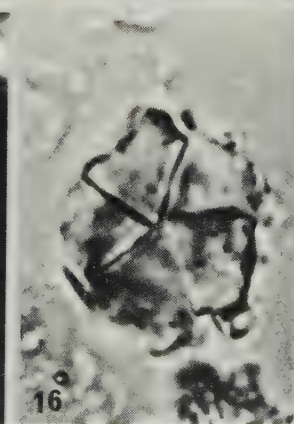
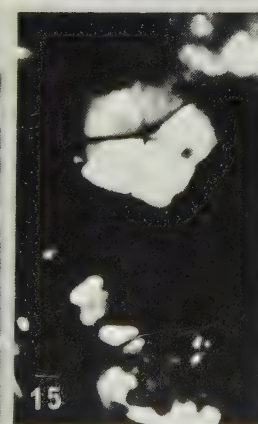
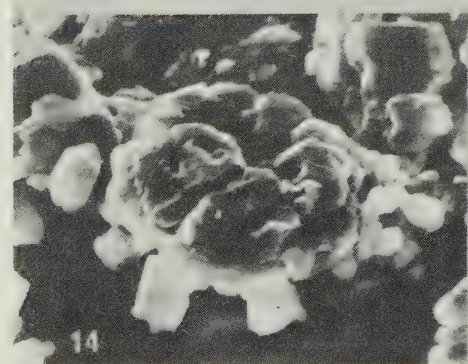
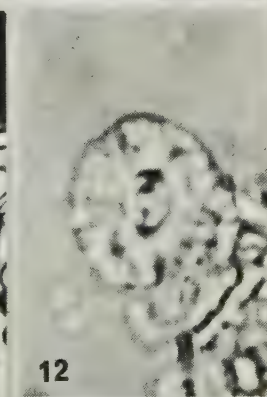
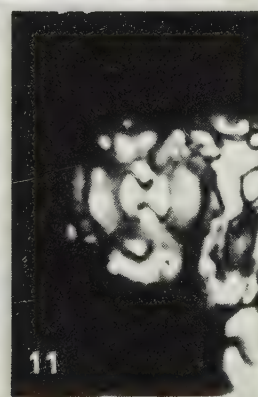
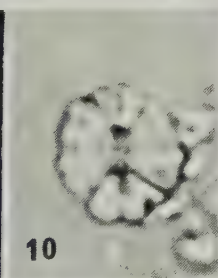
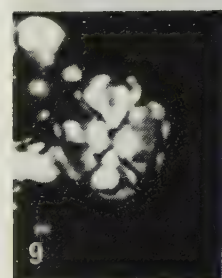
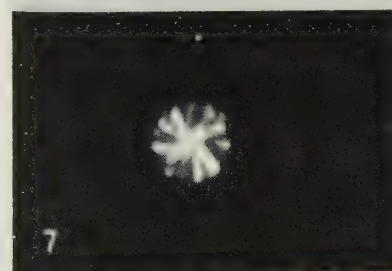
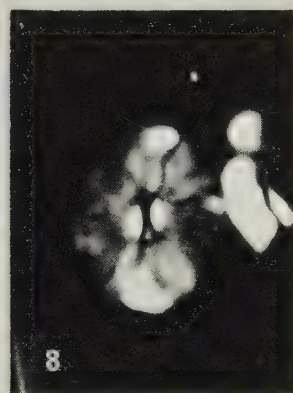
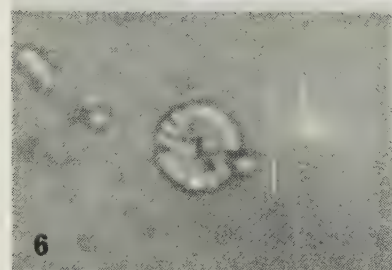
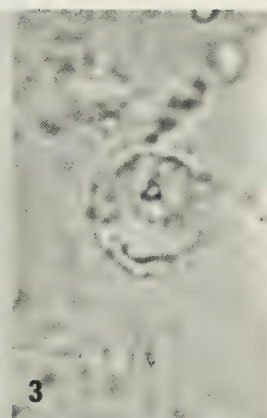
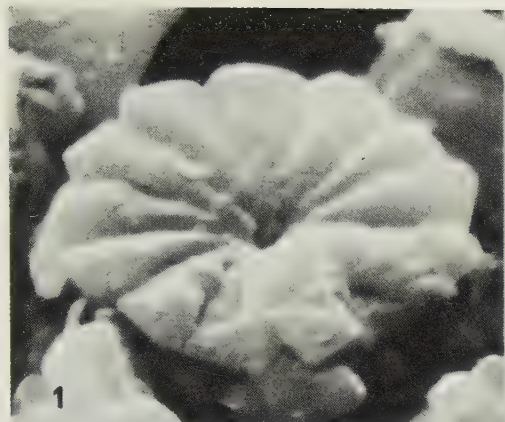
16, 1.n. : HM 134, Danien, Gan : × 2500.

15 . Braarudosphaera africana STRADNER.

n.c. : HM 896, Albien supérieur, Wissant : × 2500.

17 . Braarudosphaera discula BRAMLETTE & RIEDEL.

n.c. : HM 149, Danien, Loubieng : × 2500.



1 - 5 . Chiastozygus litterarius (GORKA) nov. comb.

1 : face supérieure, SM 4/28, Vraconien, Saint-Florentin : × 6500 env.

2, n.c., 3, l.n. : HM 1003, vue distale, Albien inférieur, Moëslains : × 3000.

4, n.c., 5, l.n. : vue proximale, HM 125, Vraconien, Saint-Florentin : × 3000.

6 - 9 . Chiastozygus amphipons (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER.

6, n.c., 7, l.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq : × 2000.

8, n.c., 9, l.n. : HM 910, Campanien supérieur, Carrière Pareil : × 3000.

10 - 14 . Octopodorhabdus decussatus (MANIVIT) BARNARD, HAY et ROOD.

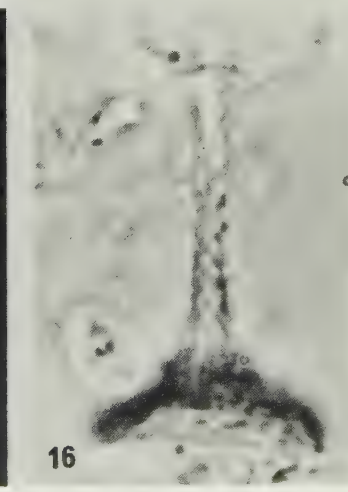
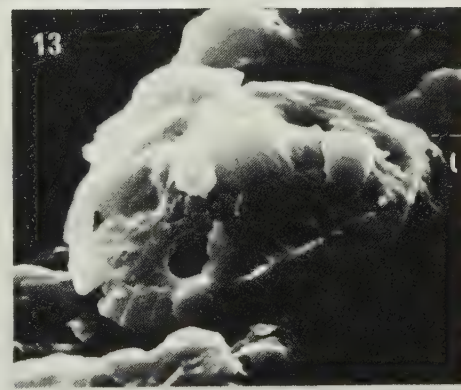
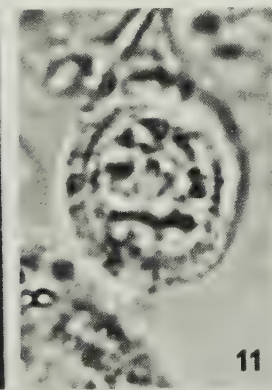
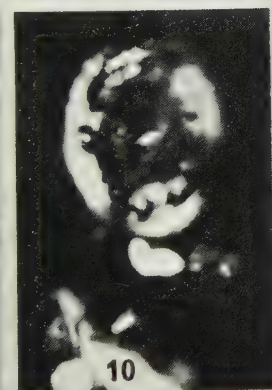
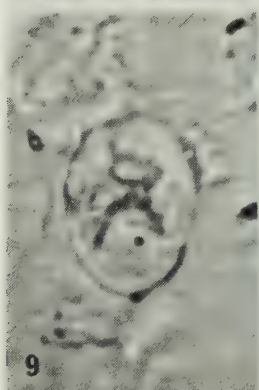
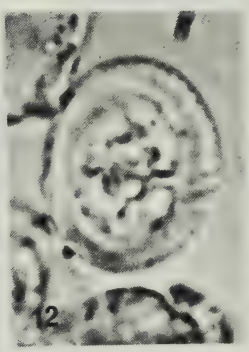
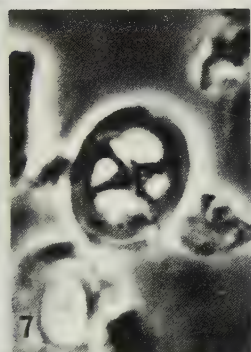
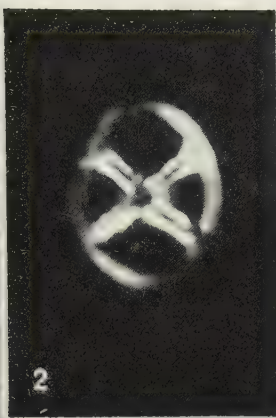
10, n.c., 11, l.n., 12, l.n. : HM 125, Vraconien, Saint-Florentin : × 3000.

13 : face supérieure, SM 6/61, même gisement : × 6500 env.

14 : face inférieure, SM 6/21, même gisement : × 13 000.

15, 16 . Cretarhabdus cf helicoïdes GARTNER.

15, n.c., 16, l.n. : HM 897, Albien moyen, Wissant : × 3000.



1 - 3 . Corollithion exiguum STRADNER.

1, n.c., 2, 3, 1.n. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 2500.

4, 5 . Corollithion geometricum (GORKA) nov. comb.

4 : face inférieure, SM 4/22, Vraconien, Saint-Florentin : × 12 000 env.

5, 1.n. : HM 125, même gisement : × 2000.

6 - 10 . Corollithion signum STRADNER.

6 : face supérieure, SM 3/26, Albien moyen, Moëslains : × 12 500 env.

7, n.c., 8, 1.n. : HM 1005, même gisement : × 3000.

9, 1.n., 10, n.c. : HM 211, Turonien inférieur, Château-du-Loir :
× 2000.

11 - 13 . Corollithion rhombicum (STRADNER, & al.) BUKRY.

11 : face supérieure, SM 3/46, Albien moyen, Moëslains : × 12 500 env.

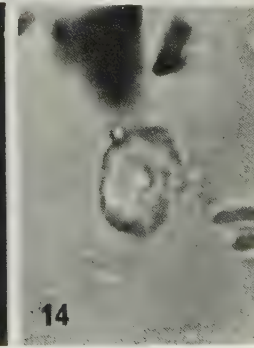
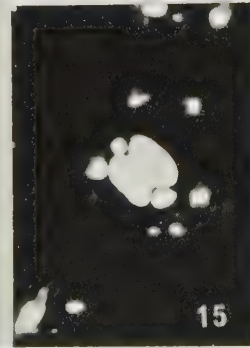
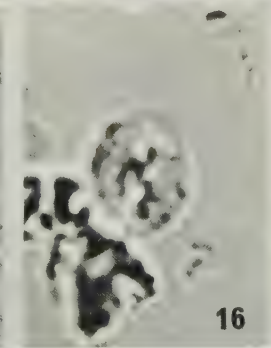
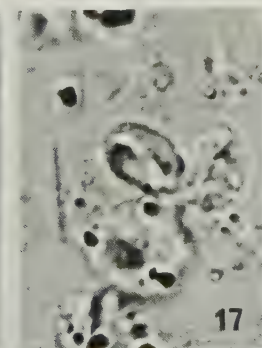
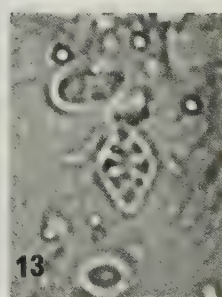
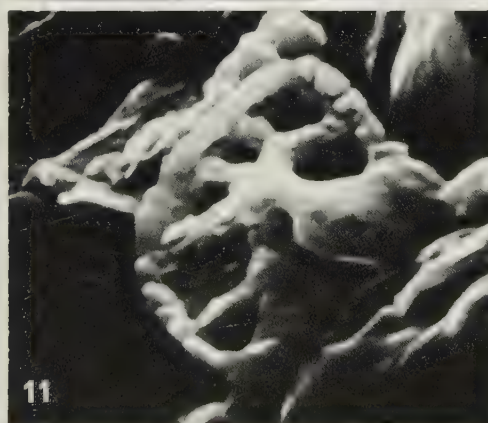
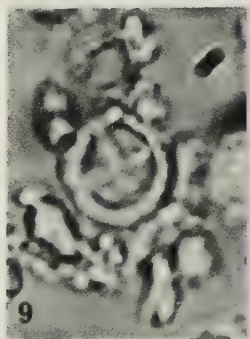
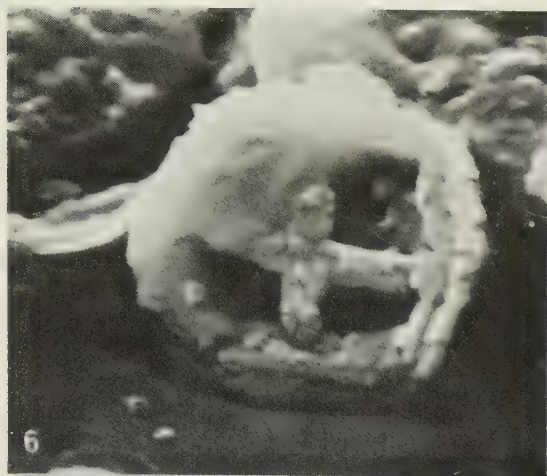
12, 13, 1.n. : HM 1005, Albien moyen, même gisement : × 3000 (fig.12).
× 2000 (fig.13).

14 - 18 . Coccolithites? supracretaceus REINHARDT.

14, 1.n., 18, n.c. : HM 448, Cénomanien moyen, La Foux : × 2500.

15, n.c., 17, 1.n. : HM 466, Cénomanien moyen, Les Lattes : × 2500.

16, 1.n. : HM 448, Cénomanien moyen, La Foux : × 2500.



1 - 4 . Cretarhabdus blacki n. sp.

1 : profil, paratype, SM 4/12, HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 6500 env.

2 : profil sous un autre angle, holotype, SM 7/19, HM 125, même gisement : × 6500 env.

3 : face inférieure de l'embase, paratype, SM 8/45, même gisement : × 7000 env.

4 : face supérieure de l'embase, paratype, SM 8/69, même gisement : × 7000 env.

5 - 10 . Cretarhabdus decorus (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI.

5, n.c. , 6, l.n. : vue de profil de la hampe, HM 125, Albien supérieur de Saint-Florentin : × 3000.

7, l.n., 8, n.c. : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.

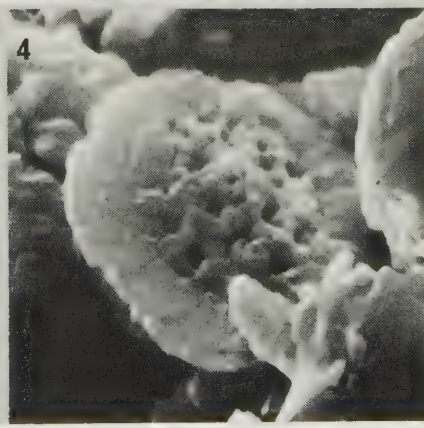
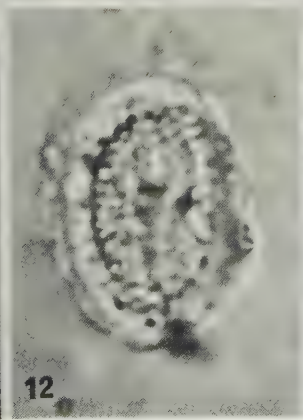
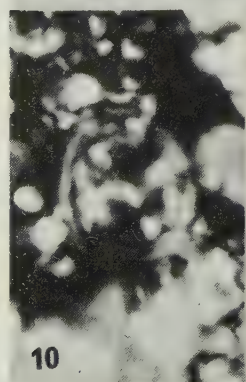
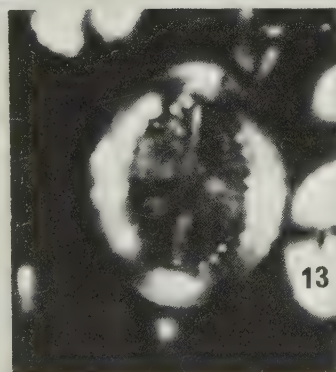
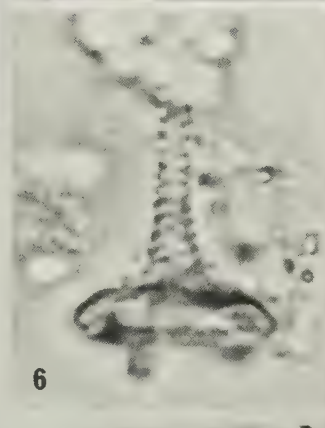
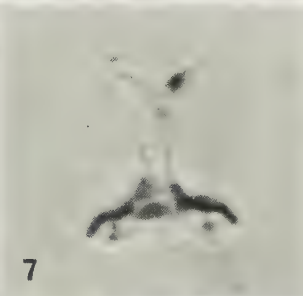
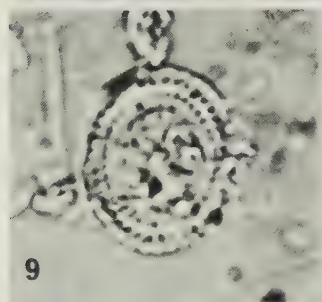
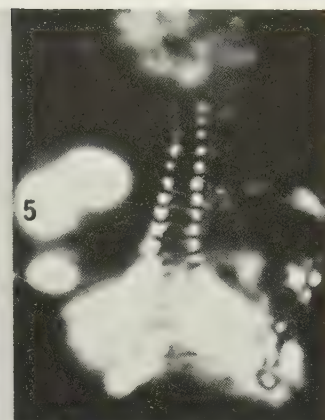
9, l.n. : vue distale de l'embase, HM 896, Albien supérieur, même gisement : × 2000.

10, n.c. : vue distale de l'embase, HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

11 - 14 . Cretarhabdus cf loriei GARTNER.

11, n.c., 12, l.n. : HM 470, Cénomaniens inférieur, les Mujouls : × 3000.

13, n.c., 14, l.n. : HM 1005, Albien moyen, Moëslains : × 3000.



1 - 9 . Stradneria crenulata (BRAMLETTE & MARTINI) NOEL .

1 : face supérieure de l'embase dont le centre est partiellement évidé, SM 11/64, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 6500 env.

2, n.c., 3, l.n. : embase, HM 934, même gisement : × 2500.

4, n.c., 5, l.n. : embase, HM 889, Cénomaniens supérieur, Wissant :
× 3000.

6, n.c., 7, l.n. : individu entier de profil, HM 889, même gisement :
× 3000.

8, n.c., 9, l.n. : individu entier de profil, HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 2500.

10 - 14 . Cretarhabdus romani (GORKA) STRADNER.

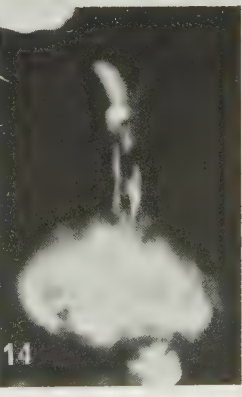
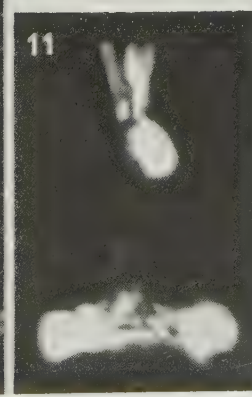
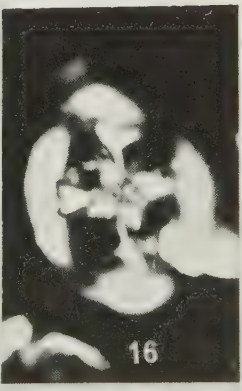
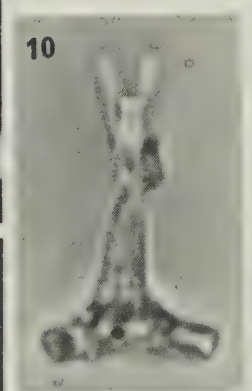
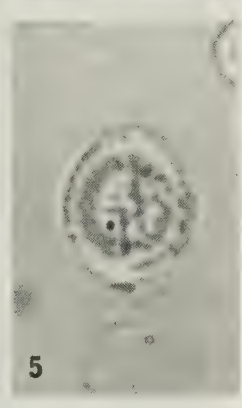
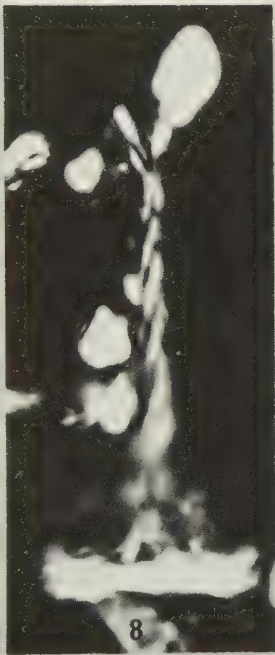
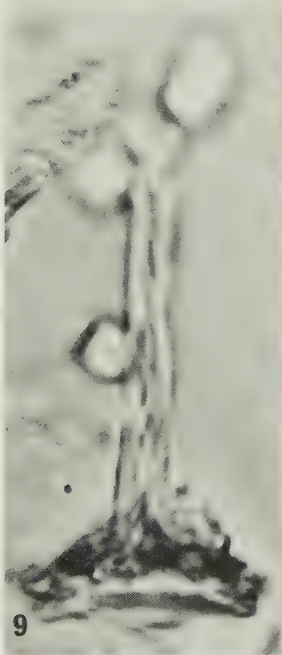
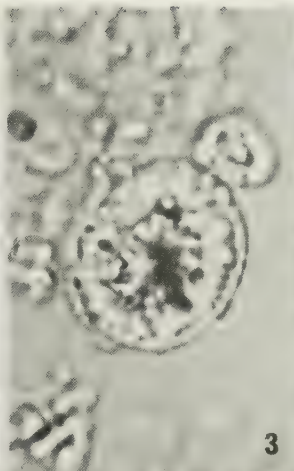
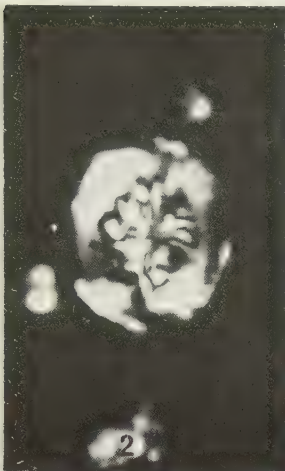
10, l.n., 11, n.c. : individu entier vu de profil, HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.

12 : profil, SM 4/75, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 6000 env.

13, l.n., 14, n.c. : vue du profil, HM 466, Cénomaniens moyen, Les Lattes : × 3000.

15 - 16 . Cretarhabdus schizobrachiatus BUKRY.

15, l.n., 16, n.c. : embase, HM 910, Campanien supérieur, carrière Pareil : × 2500.



1 - 13 . Cribrosphaera ehrenbergi ARKHANGELSKY.

1 : face supérieure, SM 11/46, HM 934, Campanien, Ruisseau de l'Espérance : × 6000 env.

3 : face supérieure, SM 10/30, HM 934, même gisement : × 6000 env.

2, l.n. : vue distale, HM 542, Campanien supérieur, Aubeterre : × 2500.

4, n.c., 5, l.n. : HM 934, Campanien supérieur : × 2500.

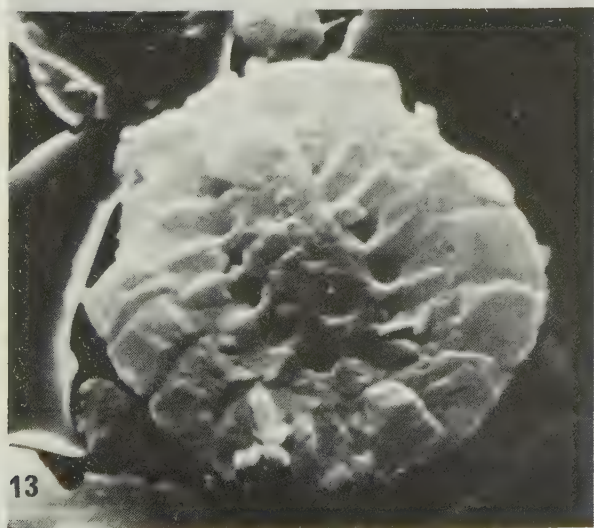
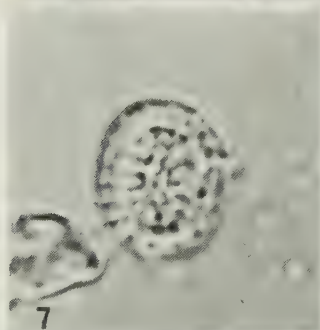
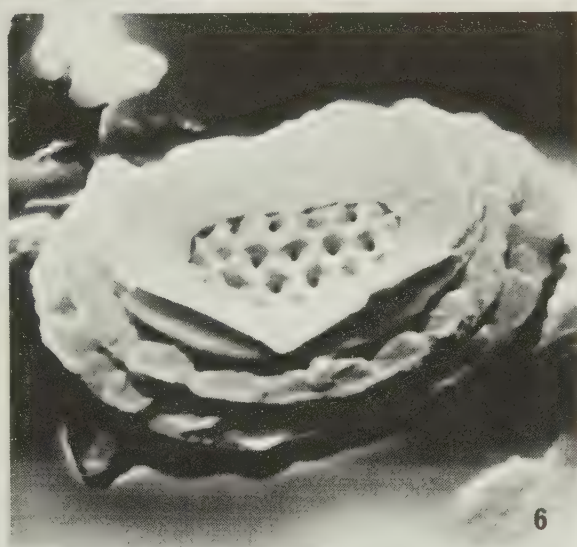
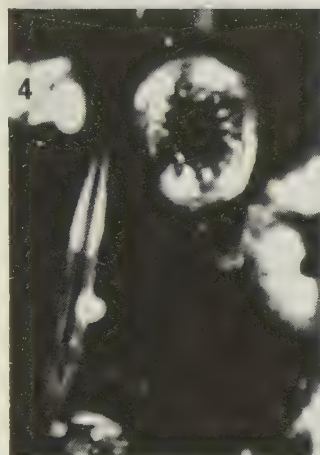
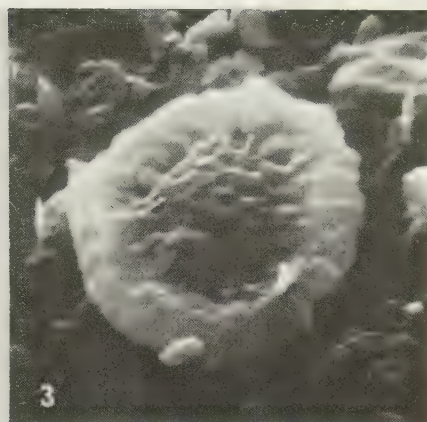
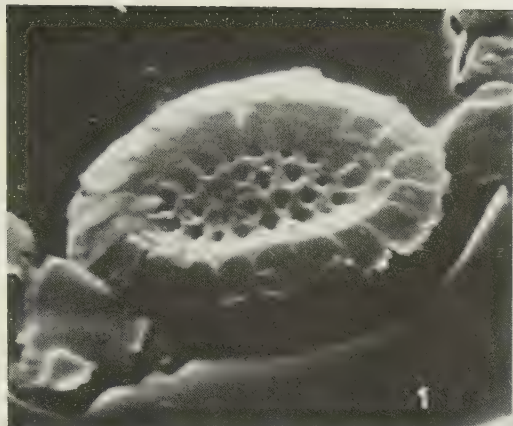
6 : face proximale d'un individu à couronne marginale très épaisse donnant l'apparence de trois cycles concentriques d'éléments, SM 11/14, HM 909, Campanien supérieur, Nay : × 7000 env.

7, l.n., 8, n.c. : vue distale, HM 934, Campanien supérieur : × 2500.

9, l.n. : HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

10, 11, l.n., 12, n.c. : vues proximales, HM 910, Campanien supérieur, carrière Pareil : × 3000.

13 : face supérieure, SM 11/20, exemplaire ayant subi une recristallisation partielle, HM 934, même gisement : × 7000 env.



1 - 4 . Cricolithus solidus (STOVER) nov. comb.

1 : face supérieure, SM 9/31, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 6500 env.

3 : face inférieure, SM 9/23, même gisement : × 6500 env.

2, l.n. : HM 200, Coniacien, Rosoy (Yonne) : × 2000.

4, l.n. : HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 2000.

5 - 7, 10, 11 . Cricolithus multiradiatus KAMPTNER.

5, n.c., 6, l.n. : C 17, Albien moyen, Courcelles : × 2000.

7 : Profil, SM 9/39, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 6500 env.

10, l.n., 11, n.c. : HM 211, Turonien inférieur, Château-du-Loir :
× 2000.

8, 9 . Cricolithus?cf pemmatoideus DEFLANDRE .

8, l.n., 9, n.c. : vue proximale, HM 897, Albien supérieur, Wissant :
× 3000.

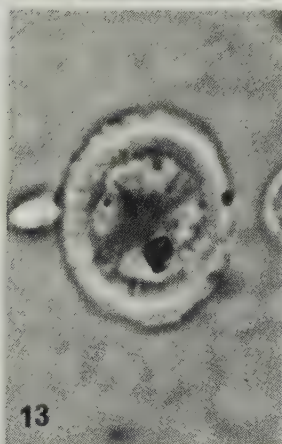
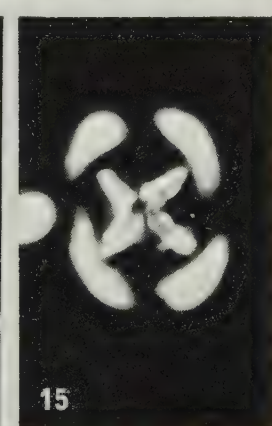
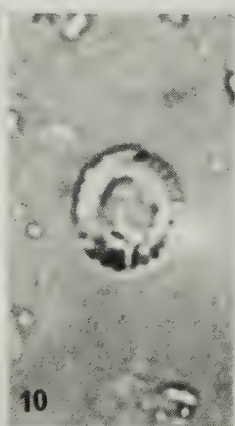
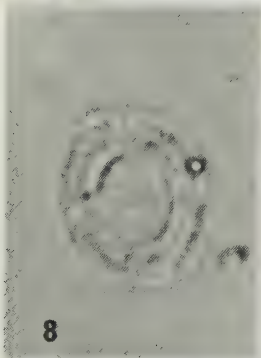
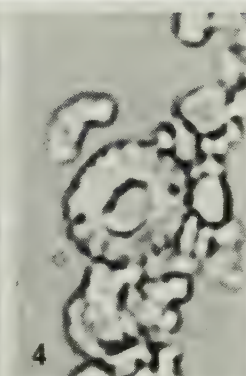
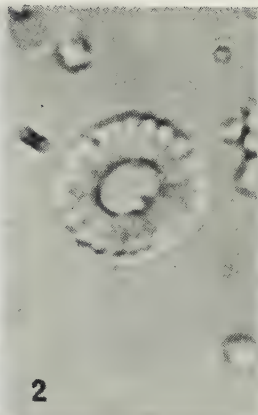
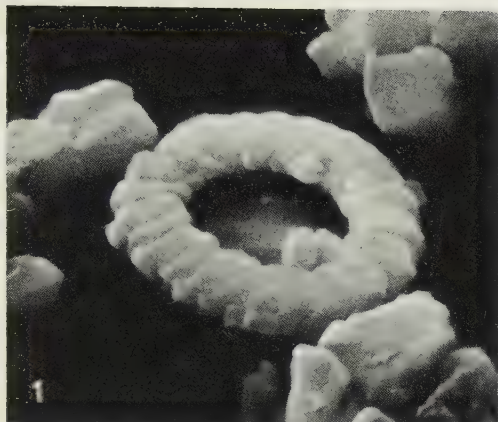
13 - 16 . Cretarhabdus unicornis STOVER.

13, l.n., 15, n.c. : HM 1003, Albien inférieur, Wissant : × 3000.

14, l.n., 16, n.c. : HM 889, Cénomanién supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 3000.

12 . Zygodiscus sp.

12 : face supérieure légèrement de profil, SM 1/16, Albien supérieur,
Wissant : × 9500 env.



1 - 5 . Cricolithus?pemmatoideus DEFLANDRE.

- 1, n.c. : HM 888, Cénomaniens supérieur, Cap Blanc-Nez : × 3000.
2, l.n. : HM 934, Campanien supérieur, ruisseau de l'Espérance :
× 2500
3 : face inférieure, SM 1/48, Campanien supérieur, Bois d'Esmans :
× 9500 env.
4, l.n., 5, n.c. : HM 219, Campanien inférieur, Genté : × 2000.

6 - 9 . Cricolithus sp.

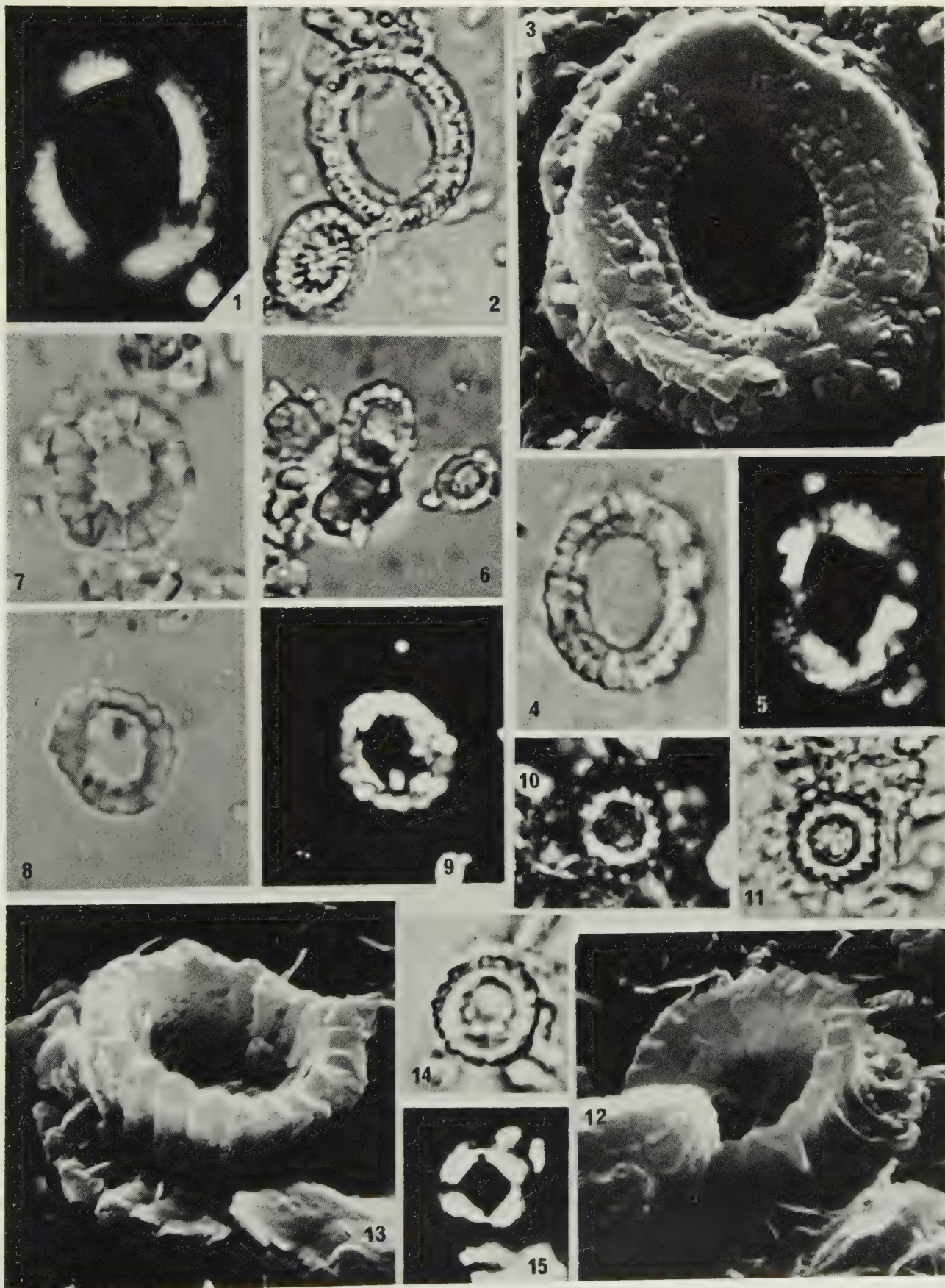
- 6, 7, l.n. : HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 2000
(fig. 6), × 3000 (fig. 7).
8, l.n., 9, n.c. : HM 567, Maestrichtien moyen, Maestricht (Hollande)
de) : × 3000.

10 - 13 . Cylindralithus gallicus (STRADNER) BRAMLETTE & MARTINI.

- 10, n.c., 11, l.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq :
× 2000.
12 : Profil, SM 11/16, Maestrichtien moyen, Maestricht (Hollande) :
× 7000 env.
13 : Face supérieure, SM 11/45, même gisement : × 7000 env.

14 - 15 . Cylindralithus serratus BRAMLETTE & MARTINI.

- 14, l.n., 15, n.c. : HM 515, Campanien inférieur, Pont-sur-Yonne :
× 2500.



1 - 4, 12, 13 . Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE) REINHARDT.

1, n.c., 3, 1.n. : embase, HM 314, Turonien moyen, sur R. N. 636
près Rébénacq, (B. P.) : × 2500.

2, 1.n., 4, n.c. : embase, HM 226, Coniacien, Cognac (Charentes) :
× 2000

12, 1.n., 13, n.c. : individu entier de profil avec sa hampe, HM 897,
Albien supérieur, Wissant (Pas de Calais) : × 3000.

5, 6 . Eiffellithus regularis? (GORKA) PERCH NIELSEN.

5, n.c., 6, 1.n. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin
(Yonne) : × 3000.

7 - 9 . Eiffellithus anceps (GORKA) REINHARDT.

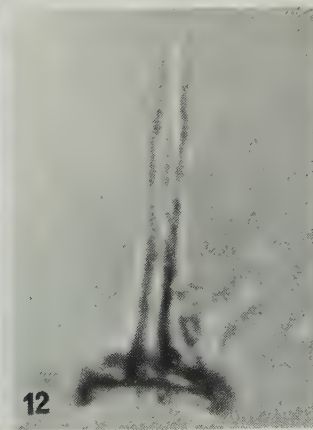
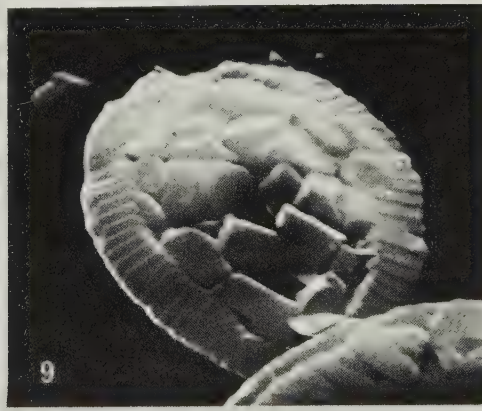
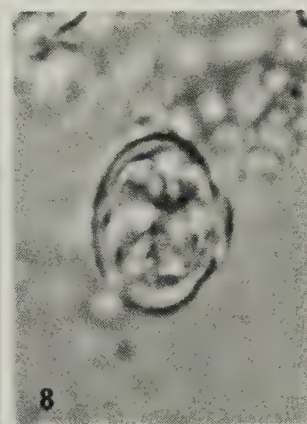
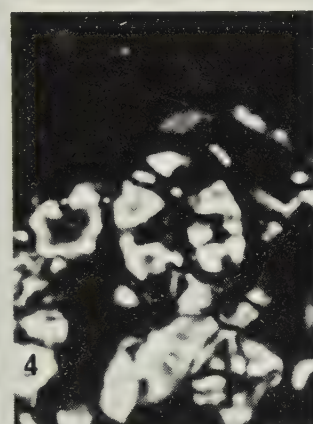
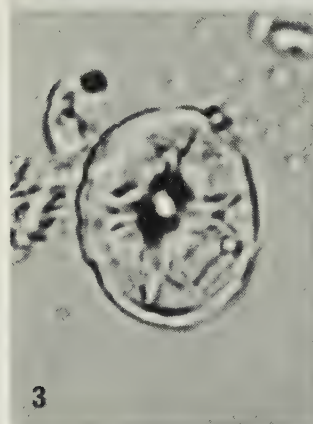
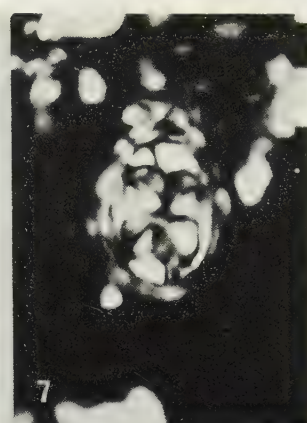
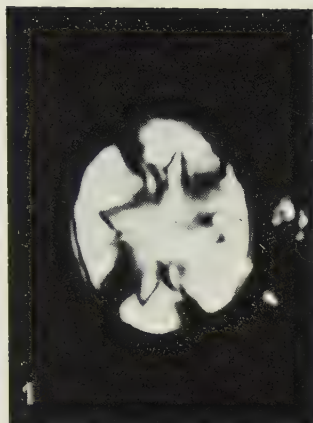
7, n.c., 8, 1.n. : embase, HM 200, Coniacien, Rosoy (Yonne) : × 3000.
9 : face supérieure de l'embase, SM 11/68, Maestrichtien moyen, Maes-
tricht (Hollande) : × 6500 env.

10, 11 . Eiffellithus eximius (STOVER) PERCH NIELSEN.

10, n.c., 11, 1.n. : embase, HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Es-
mans (Yonne) : × 2000.

14 - 16 . Fasciculithus sp

14, n.c., 15, 1.n., 16, n.c. : HM 149, Danien, Loubieng (B. P.) :
× 2000.



1 - 2 . Crucioplacolithus tenuis (STRADNER) HAY & MOHLER.

1, 1.n., 2, n.c. : HM 134, Danien, Gan : × 2000.

3 - 4 . Chiasmolithus danicus (BROTZEN) HAY et AL.

3, 1.n., 4, n.c. : HM 134, Danien, Gan : × 2000.

5 - 6 . Biantholithus sparsus BRAMLETTE & MARTINI.

5, 1.n., 6, n.c. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2500.

7 - 9 . Ericsonia subpertusa HAY & MOHLER.

7, n.c. 8, 1.n. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2500 .

9, 1.n. : HM 134, Danien, Gan (B. P.) : × 2000.

10 - 11 . Ericsonia cava HAY & MOHLER.

10, n.c., 11, 1.n. : HM 149, Danien, Loubieng : × 2500.

12 - 13 . Ceratolithoides kamptneri BRAMLETTE & MARTINI.

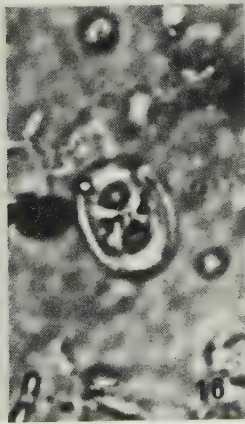
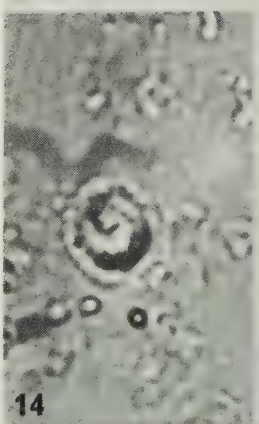
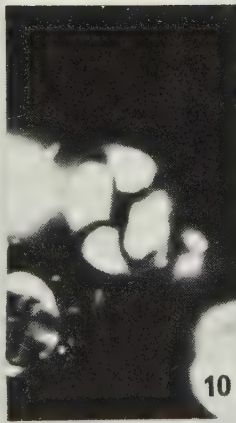
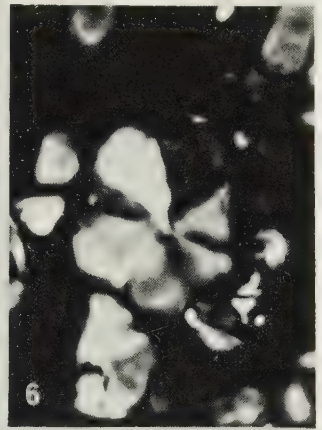
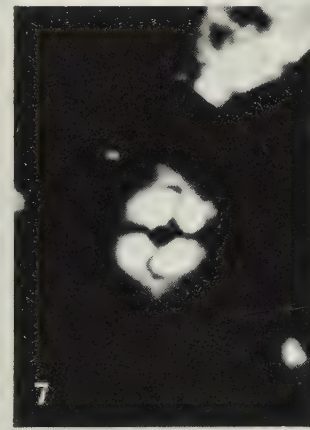
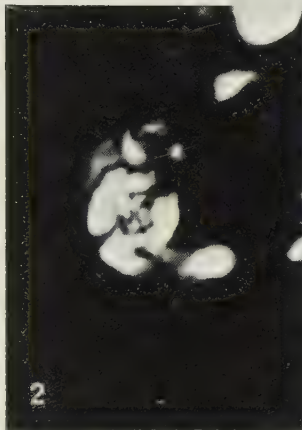
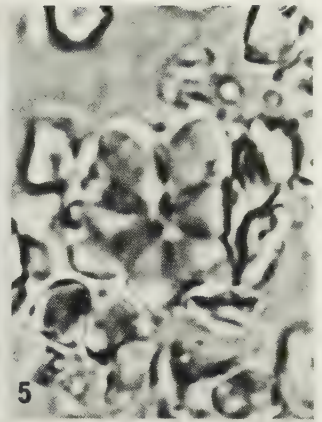
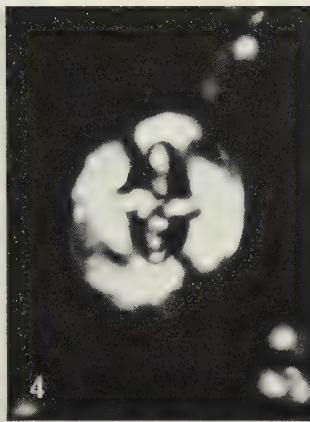
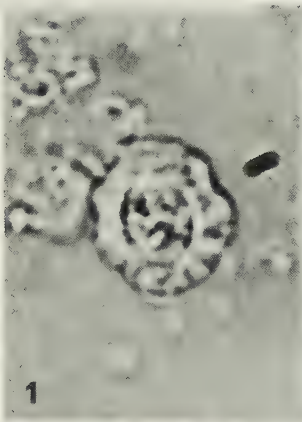
12, n.c., 13, 1.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq :
× 2000.

14 - 15 . Cyclococcolithus sp.

14, 1.n., 15, n.c. : HM 122, Bédoulien, Gargas : × 2000.

16 - 18 . Heliorthus concinnus (MARTINI) HAY & MOHLER.

16, 1.n., 17, 18, n.c. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2000 (fig. 16 & 17).
× 3000 (fig. 18).



1 . Zygodiscus bussoni (NOEL) nov. comb.

Face supérieure, SM 1/40, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 11.500 env.

2 - 7, 12 - 14 . Glaukolithus diplogrammus (DEFLANDRE) REINHARDT.

2, 1.n., 3, n.c. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 2500.

(au bas du cliché : Ahmuellexerella octoradiata)

4 : face supérieure, partiellement érodée, SM 8/53, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 5500 env.

5, n.c., 6, 1.n. : HM 210, Turonien inférieur, Amboise : × 2500.

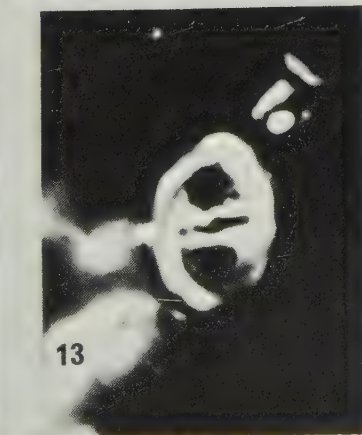
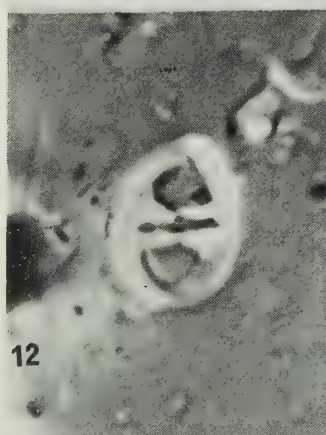
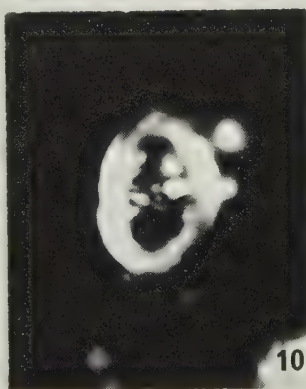
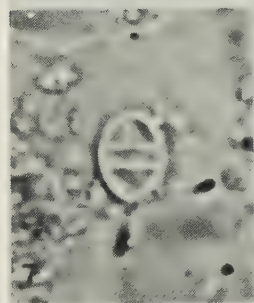
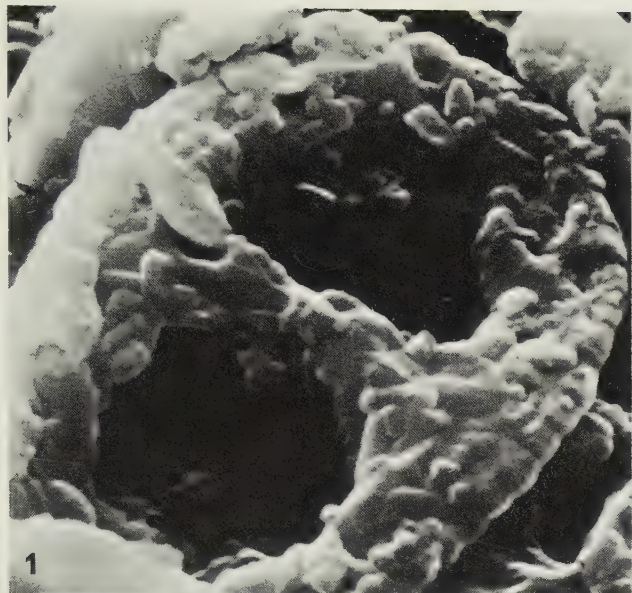
12, 1.n., 13, n.c. : HM 213, Turonien moyen, Poncé-sur-Loir : × 2000.

7, 1.n. : mise au point différente, (voir fig. 6), HM 934, Campanien supérieur : × 2000.

14 : individu examiné sous un angle de 45°, SM 9/45, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 7500 env.

8 - 11 . Zygodiscus acanthus (REINHARDT) PERCH NIELSEN.

8, n.c., 9, 1.n., 10, n.c., 11, 1.n. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 2500.



1 - 7 . Hayesites albiensis n. gen. n. sp.

1, 1.n., 2, 1.n. : deux mises au point différentes, HM 919, Albien inférieur, Loubieng : × 2000.

3, 1.n., 4, n.c. : Paratypes, Albien supérieur, Moëslains, HM 1006 : × 2000.

5, 1.n. : HM 988, Albien moyen, Audignon : × 2000.

6, 1.n. : Paratype, HM 1006, Albien supérieur, Moëslains : × 2000.

7 : Holotype, individu épais à 8 ou 9 pointes dans chacun des deux plans, SM 4/42, Albien supérieur, Moëslains : × 13.500 env.

8 - 9 . Kamptnerius punctatus STRADNER.

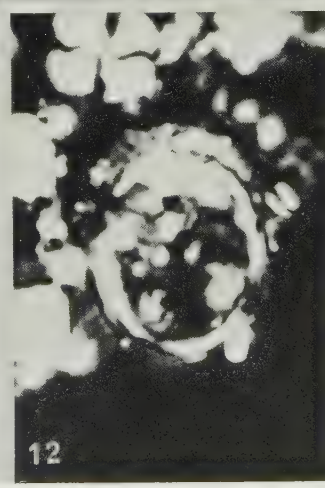
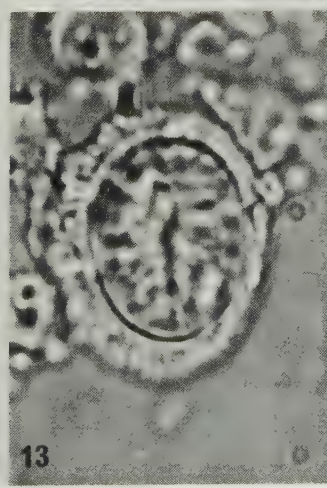
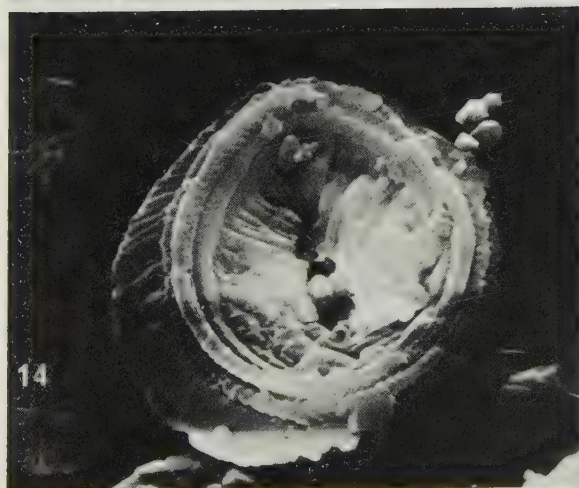
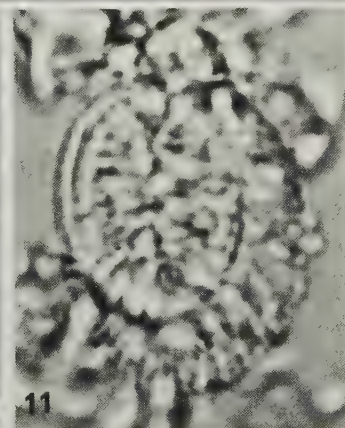
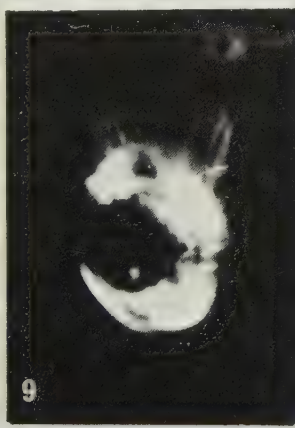
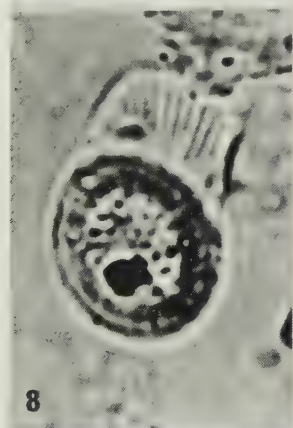
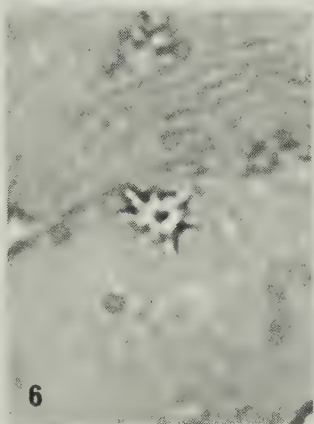
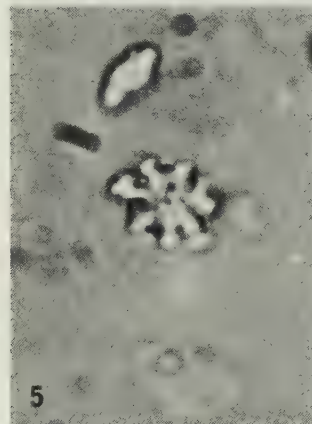
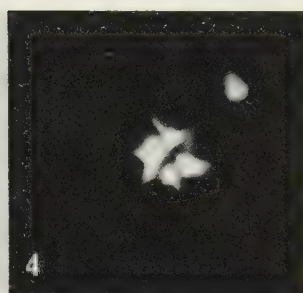
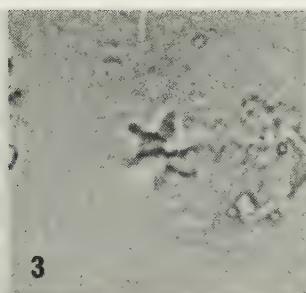
8, 1.n., 9, n.c. : HM 510, Santonien, Paron : × 2000.

10 - 14 . Kamptnerius magnificus DEFLANDRE.

10, n.c., 11, 1.n. : HM 530, Campanien supérieur, Epernay : × 2000.

12, n.c., 13, 1.n. : HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

14 : face inférieure, SM 11/66, HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance : × 4000 env.



1 - 2 . Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE.

1, 1.n. : HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

2, 1.n. : HM 530, Campanien supérieur, Epernay : × 2000.

3, 7 - 11, 15, 16 . Lithastrinus floralis STRADNER.

3, 1.n., 8, 1.n. : HM 314, Turonien, sur R.N. 636 près Rébénacq :
× 2500.

7, n.c. : HM 897, Albien moyen, Wissant : × 3000.

9, 1.n., 10, 1.n. profil : HM 889, Cénomaniens supérieur, Cap Blanc-Nez
: × 2000.

11, n.c. : HM 892, même gisement : × 2500.

15 : face supérieure, SM 9/14, Turonien supérieur, même localité :
× 8000 env.

16 : face supérieure, SM 8/55, même localité : × 4000 env.

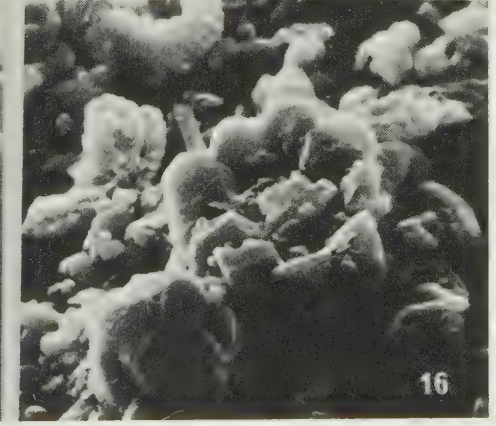
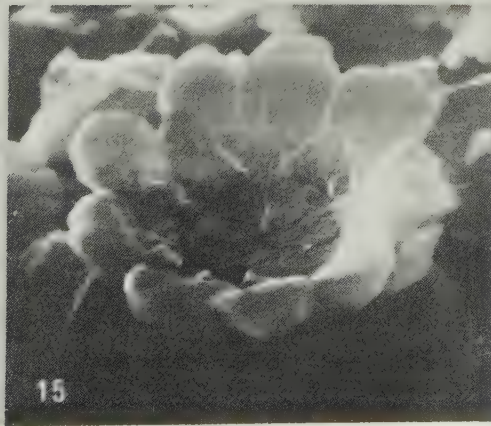
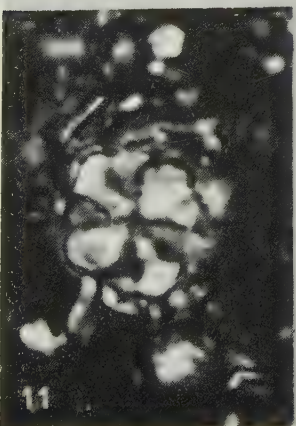
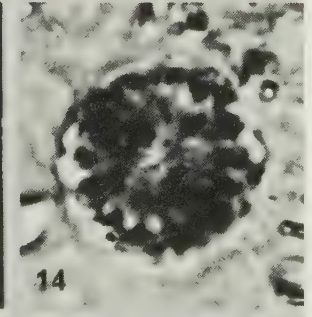
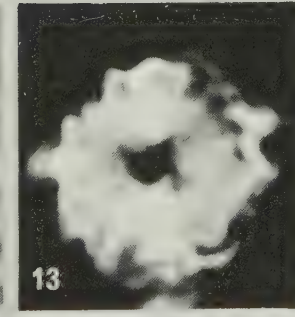
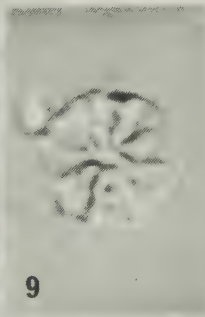
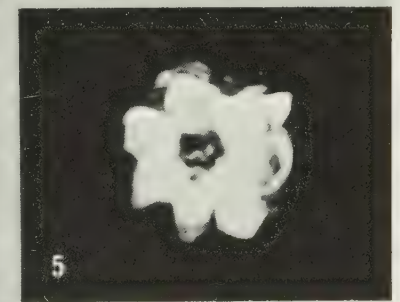
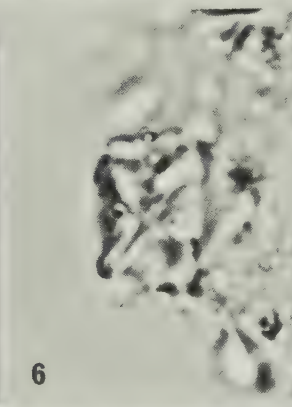
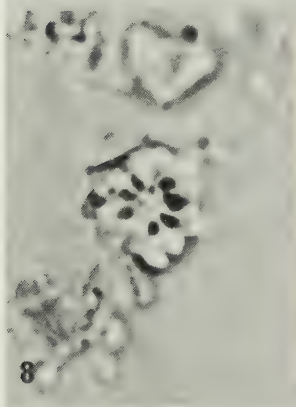
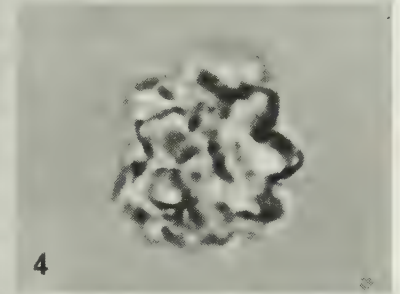
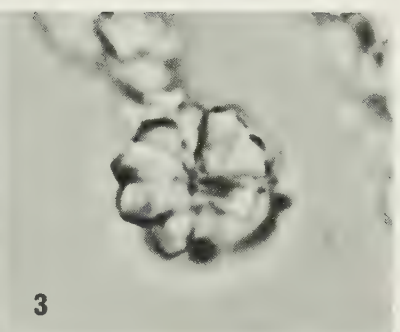
4 - 6, 12 . Lithastrinus grilli STRADNER.

4, 1.n., 5, n.c., 6 profil : HM 314, Turonien, R.N. 636 près Rébénacq :
× 2500.

12, 1.n. : HM 212, Turonien inférieur, Château-du-Loir : × 2000.

13, 14 . Lithastrinus septentrionalis STRADNER.

13, n.c., 14, 1.n. : HM 917, Bédoulien, Pléchat-Lahitosse : × 2000.



1 - 4 . Markalius astroporus (STRADNER) HAY & MOHLER.

1, 1.n., 2, n.c. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 3000.

3, 1.n., 4, n.c. : HM 921, Danien, Bellocq (B. P.) : × 2000.

5 - 6 . Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE.

5, n.c. : HM 527, Campanien inférieur, Nogent l'Abbesse : × 2000.

6, 1.n. : HM 560, Campanien inférieur, Talmont : × 2000.

7 - 8 . Marthasterites furcatus DEFLANDRE.

7, 1.n. : HM 226, Coniacien, Cognac : × 2000.

8, 1.n. : HM 323, Coniacien, sur D. 34 ferme Esquie : × 2000.

9 - 10 . Marthasterites inconspicuus DEFLANDRE.

9, 1.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq : × 2000.

10, n.c. : individu calcifié, HM 136, Maestrichtien moyen, 4 Km de Gan sur R.N. 134 : × 2000.

11 . Lithraphidites quadratus BRAMLETTE & MARTINI.

1.n. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 2000.

12 . Lithraphidites grossopectinatus BUKRY.

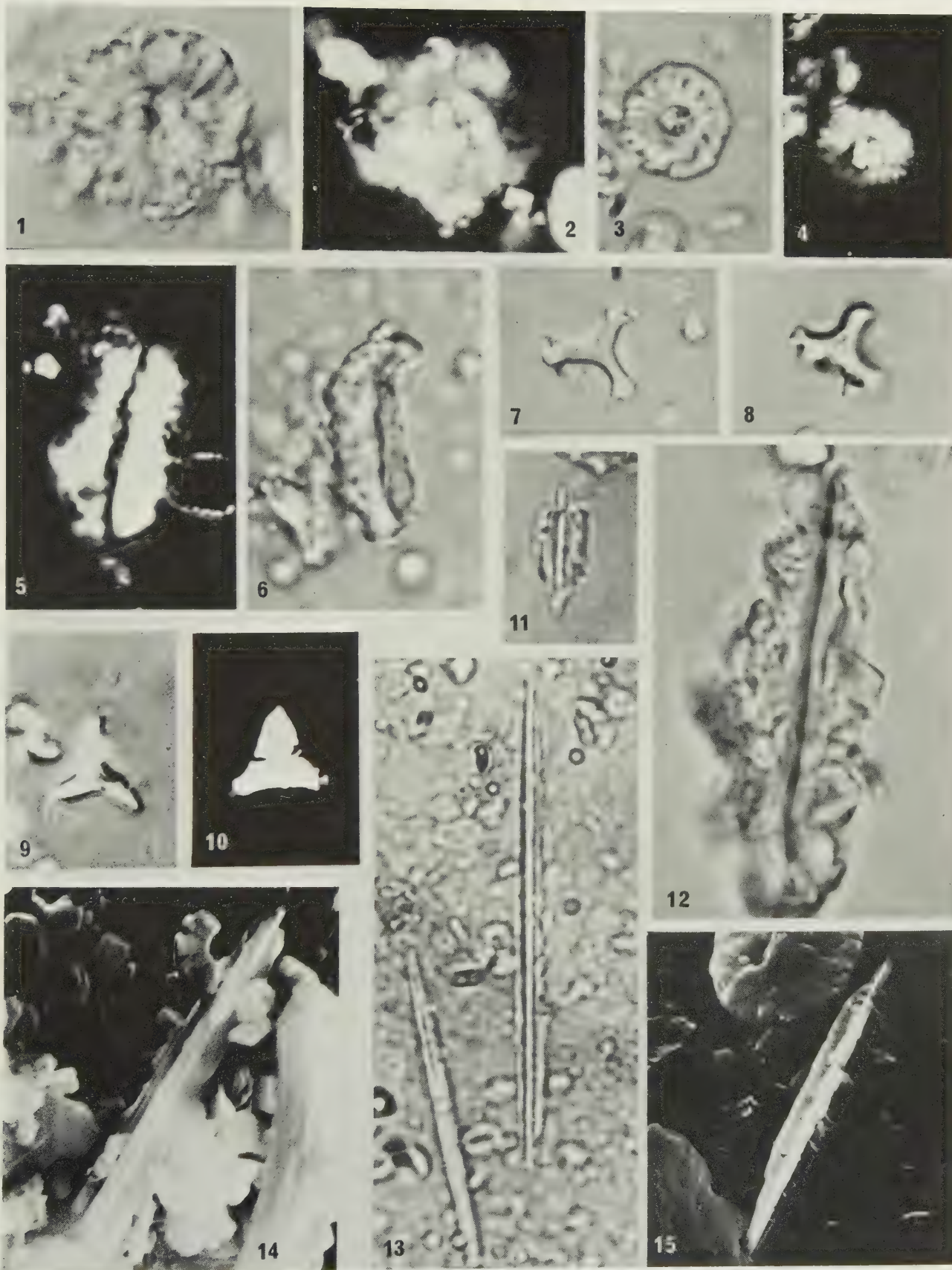
1.n. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 3000.

13 - 15 . Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE.

13, 1.n. : HM 1003, Albien inférieur, Moëslains : × 2000.

14 : SM 2/9, Albien inférieur, Wissant : × 8500 env.

15 : Profil, SM 6/67, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 6000 env.



1 - 3 . Micrantholithus sp.

1, l.n., 2, n.c. : HM C 12, Bédoulien, Sondage Clermont 2 : × 2000.

3, l.n. : HM 161, Bédoulien, Sainte-Suzanne : × 2000.

4 - 6 . Micrantholithus fornicatus MARTINI.

4, l.n. : HM 134, Danien, Gan : × 2000.

5, l.n. : HM 134, même gisement : × 2500.

6, n.c. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2000.

7 - 10 . Loxolithus armilla (BLACK & BARNES) NOEL.

7, l.n. : HM 211, Turonien inférieur, Château-du-Loir : × 2000.

8 : face supérieure, SM 6/39, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 5000 env.

9, n.c., 10, l.n. : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.

11 - 15 . Micula staurophora (GARDET) STRADNER.

11, l.n., 14, n.c. : HM 137, Campanien moyen, Gan : × 2000.

12, l.n. : HM 968, Maestrichtien supérieur, Angoumé : × 2000.

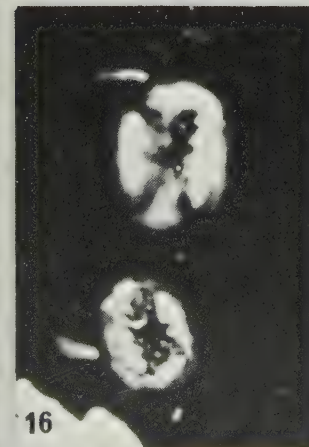
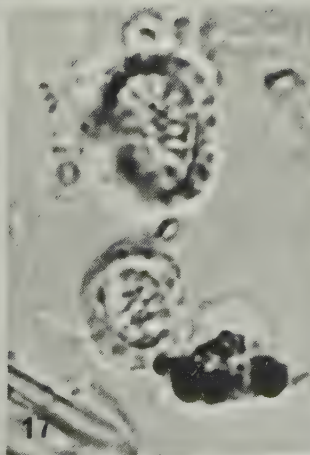
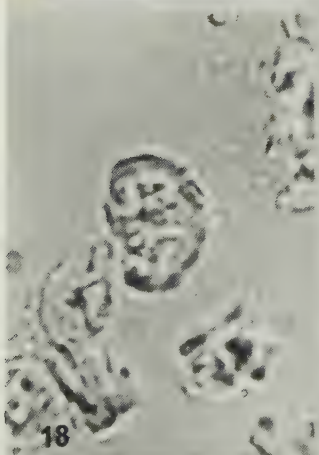
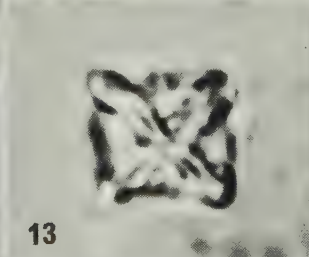
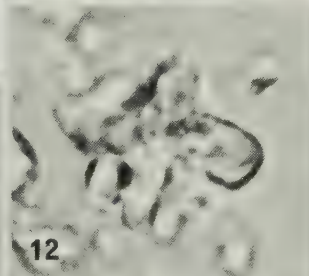
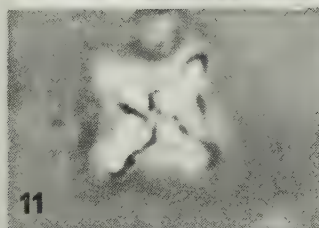
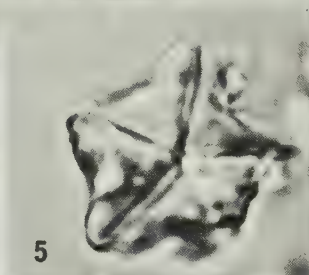
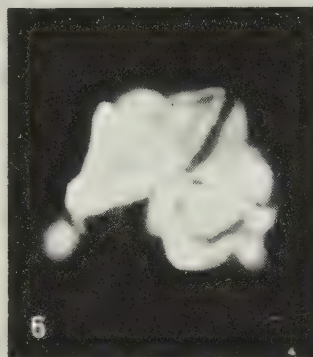
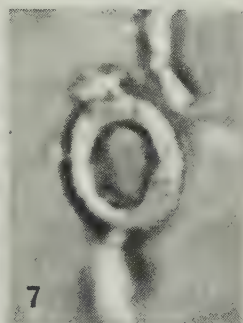
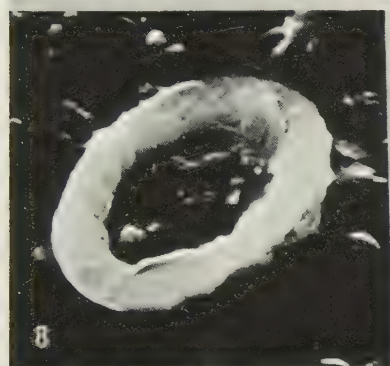
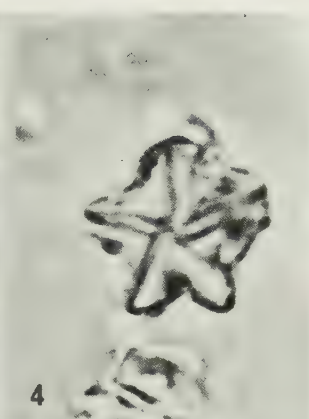
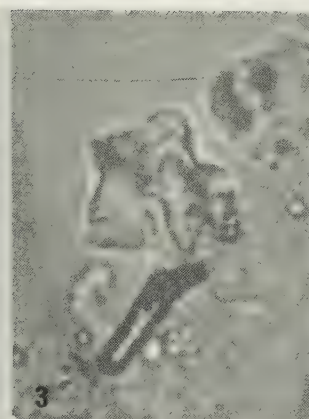
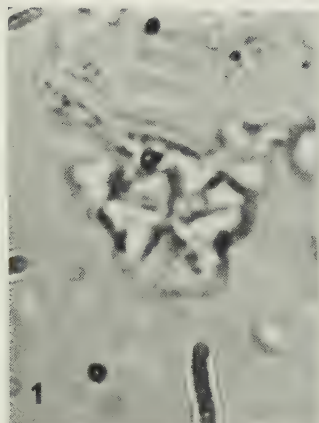
13, l.n. : HM 225, Campanien supérieur, Sainte-L'Heurine : × 2000.

15, n.c. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 2500.

16 - 18 . Nephrolithus frequens GORKA.

16, n.c., 17, l.n. : HM 926, Maestrichtien supérieur, Bellocq :
× 2500.

18, l.n. : HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 2500.



1 - 5 . Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE.

1, 2, n.c. : en position parallèle ou perpendiculaire à l'axe de polarisation, HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Esmans : × 2000.

3, l.n. : cliché montrant nettement les segments grisés de la face supérieure, HM 522, même gisement : × 2000.

4, n.c. : HM 968, Maestrichtien supérieur, Angoumé : × 2000.

5, l.n. : cliché contrasté permettant de voir la structure, HM 968 : × 2000.

6 - 8 . Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE & MARTINI.

6, l.n., 7, 8, n.c. : HM 910, Campanien supérieur, carrière Pareil : × 2000.

9 - 12 . Microrhabdulinus ambiguus DEFLANDRE.

9, contraste de phase, 10, l.n. : HM 137, Campanien supérieur, Gan : × 2000.

11, l. n., 12, n.c. : HM 507, Santonien, Ault : × 2000.

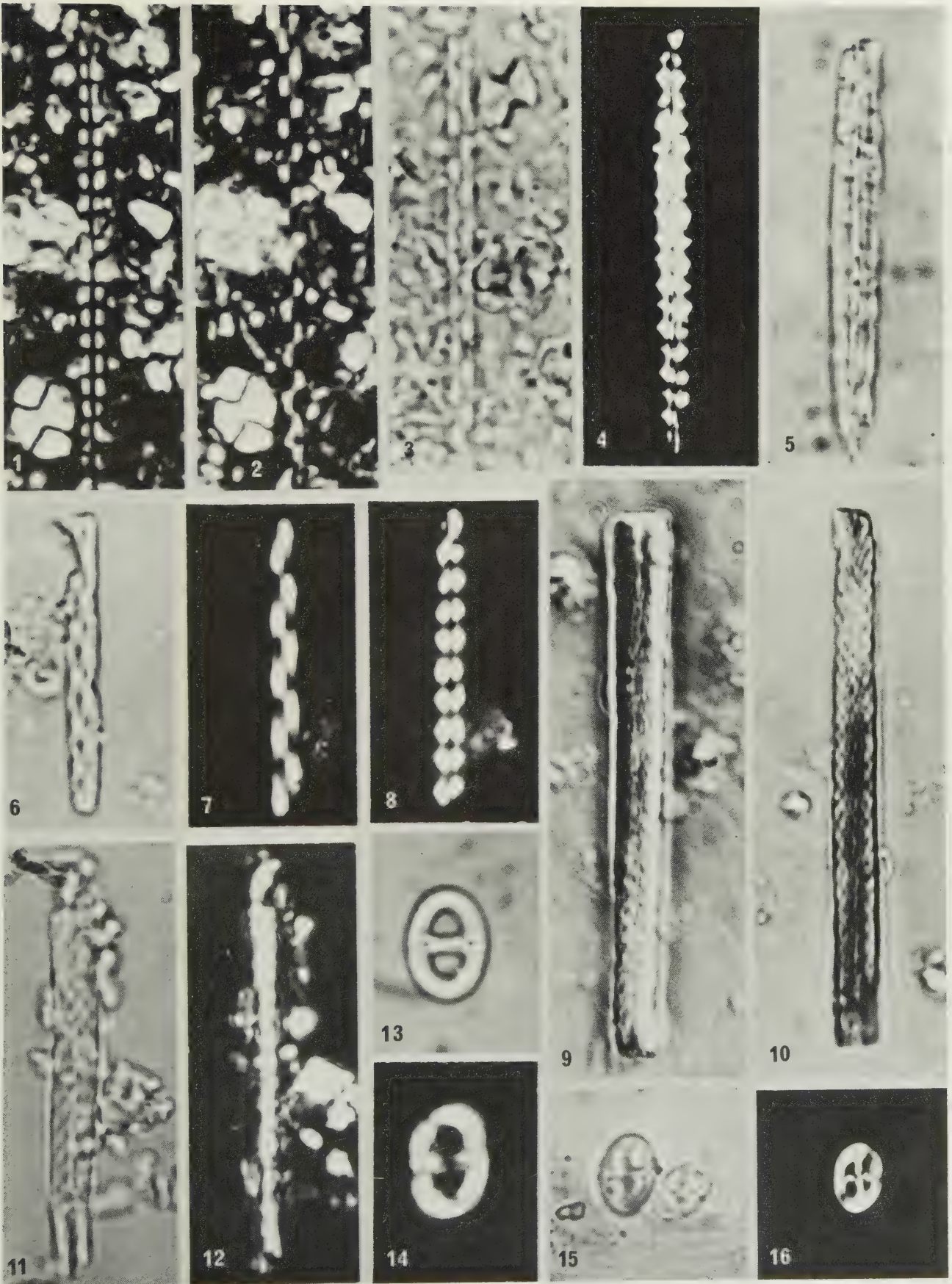
13 - 14 . Zygodiscus ponticulus (DEFLANDRE) REINHARDT.

13, l.n., 14, n.c. : HM 953, Cénomanién supérieur, La Teulère-du-Bas : × 2000.

15 - 16 . Staurolithites crux (DEFLANDRE) CARATINI.

15, l.n. : HM C 17, Albien moyen, Courcelles : × 2000.

16, n.c. : HM 988, Albien supérieur, Audignon : × 2000.



1 - 3 . Parhabdolithus angustus (STRADNER) BUKRY.

1, 1.n. : embase, vue distale, HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 2000.

2, 1.n., 3, n.c. : embase, HM 892, Turonien supérieur, Wissant :
× 2000.

4 . Parhabdolithus sp.

profil, hampe cassée, SM 5/68, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 9000 env.

5 - 7, 9, 11, 12 . Rhabdolithina splendens (DEFLANDRE) REINHARDT.

5, contraste de phase, 6, n.c. : HM 988, Albien supérieur, Audignon :
× 2000.

7, 1.n. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 2500.

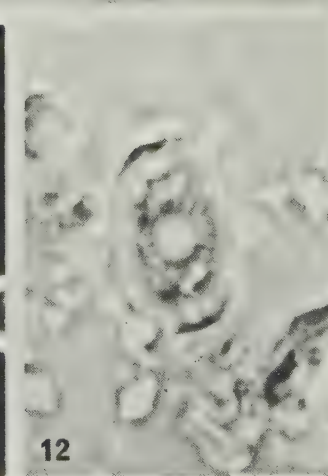
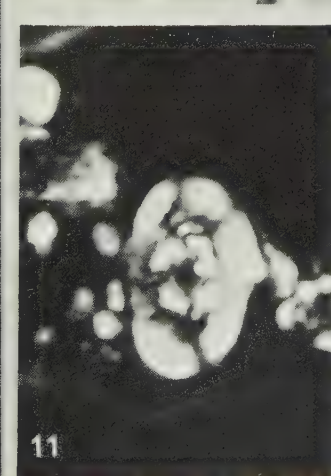
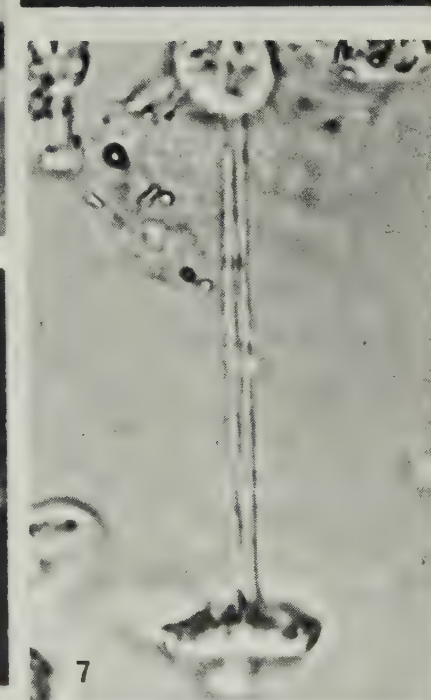
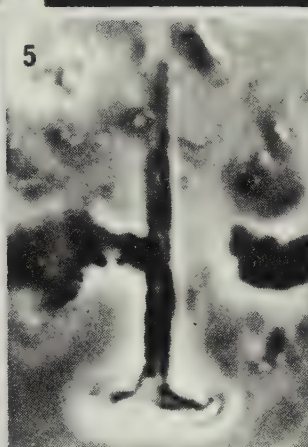
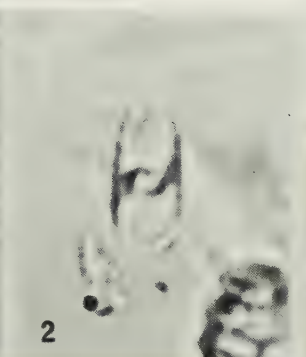
9 : face distale, SM 7/43, même gisement : × 6000 env.

11, n.c., 12, 1.n. : embase, vue distale, HM 1003, Albien inférieur, Moëslains : × 3000.

8, 10 . Eiffellithus sp?.

8 : face inférieure, aire centrale oblitérée par des cristaux, SM 7/57, Albien supérieur, Audignon : × 7000 env.

10 : profil, départ de la hampe, SM 7/20, même gisement : × 13.000 env.



1 - 6 . Parhabdolithus embergeri (NOEL) STRADNER.

1, n.c., 2, l.n. : embase, HM 1003, Albien inférieur, Moëslains :
× 3000.

3, n.c., 4, l.n. : embase, HM 372, Cénomanien supérieur, Rouen :
× 3000.

5, n.c., 6, l.n. : individu entier de profil, HM 890, Cénomanien
moyen, Cap Blanc-Nez : × 2000.

7 - 8 . Rhabdolithus cf rectus ? DEFLANDRE.

7, n.c., 8, l.n. : HM 1005, Albien moyen, Moëslains : × 2000.

9 - 10, 12 - 14 . Reinhardtites?anthophorus (DEFLANDRE) PERCH NIELSEN.

9, n.c., 10, l.n. : individu de profil, HM 560, Campanien inférieur,
Talmont : × 2000.

12, n.c. : HM 530, embase, Campanien supérieur, Epernay : × 2000.

13, n.c., 14, l.n. : embase, HM 522, Campanien supérieur, Bois
d'Esmans : × 2500.

11 . Kamptnerius magnificus DEFLANDRE.

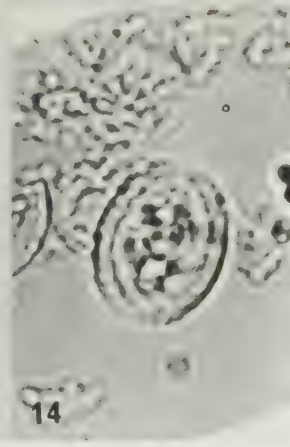
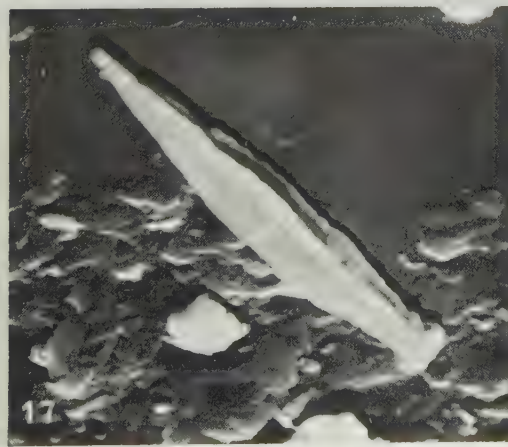
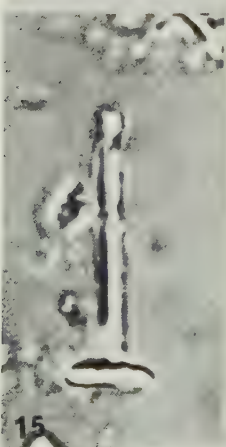
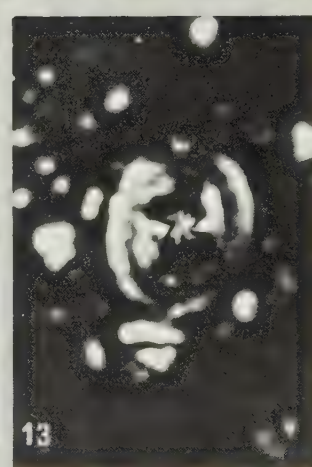
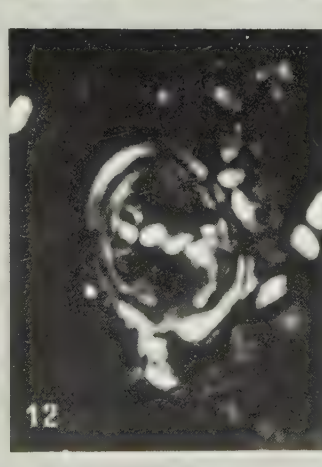
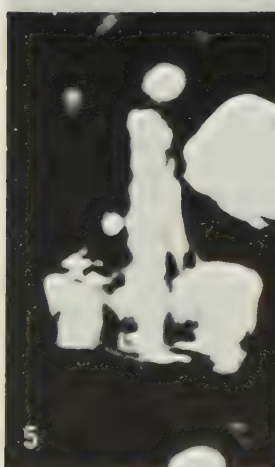
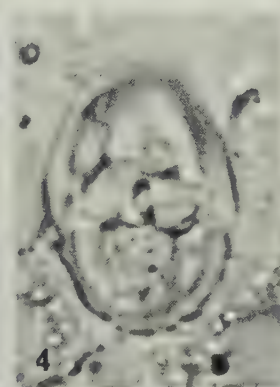
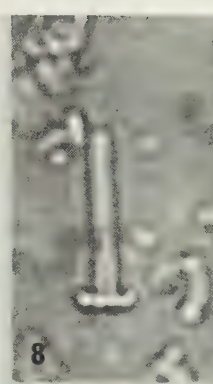
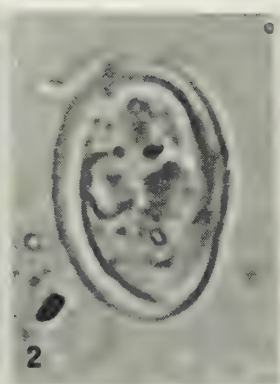
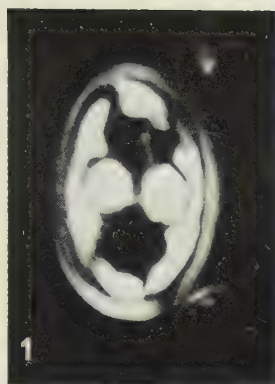
Face supérieure, SM 11/62, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espé-
rance : × 4000 env.

15 - 16 . Rhabdolithus cf perlongus DEFLANDRE.

15, l.n., 16, n.c. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq :
× 2000.

17 . Rhabdophidites moeslensis n. gen. n. sp.

Holotype, SM 7/33, Albien moyen, Côtes de Moëslains : × 6500 env.



1 - 2, 9 - 12 . Staurolithites orbiculofenestrus (GARTNER) ČEPEK et HAY .

1, l.n., 2, n.c. : embase, HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 2500.

9, l.n., 10, n.c. : embase, HM 890, Cénomanién moyen, Cap Blanc-Nez :
× 2000.

11, n.c., 12, l.n. : embase, HM 466, Cénomanién supérieur, Les
Lattes : × 2500.

3 . Podorhabdus sp.

Profil, SM 8/26, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 5000.

4 - 8 . Prediscosphaera spinosa (BRAMLETTE & MARTINI) GARTNER.

4, l.n., 5, n.c. : embase, HM 517, Campanien supérieur, Chaumont :
× 3000.

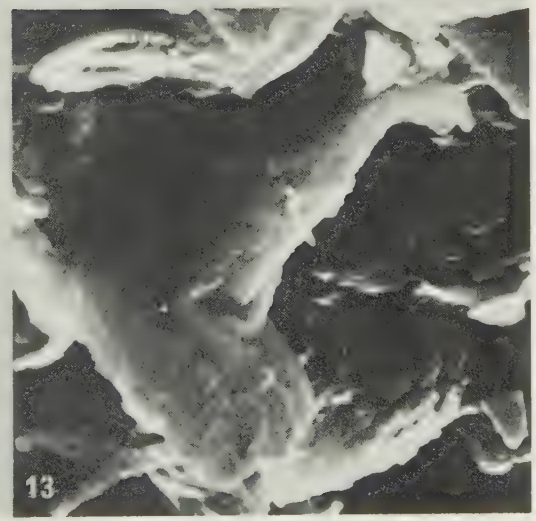
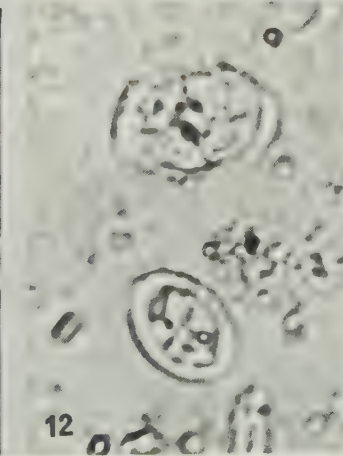
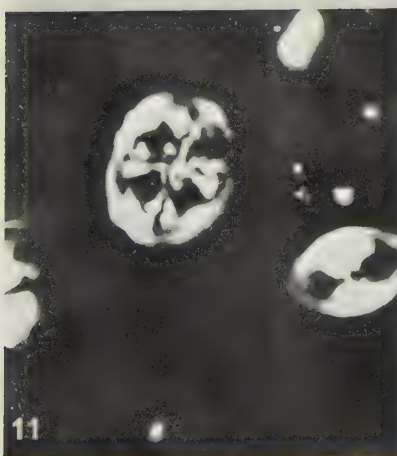
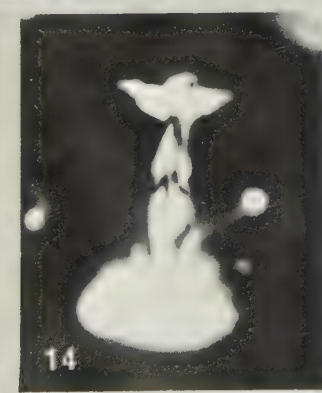
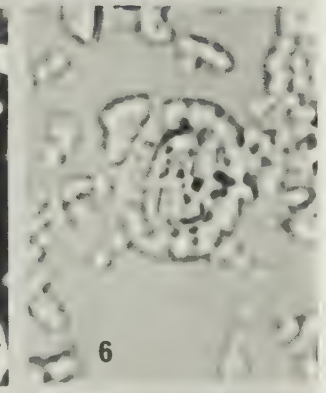
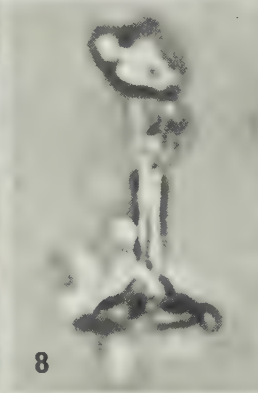
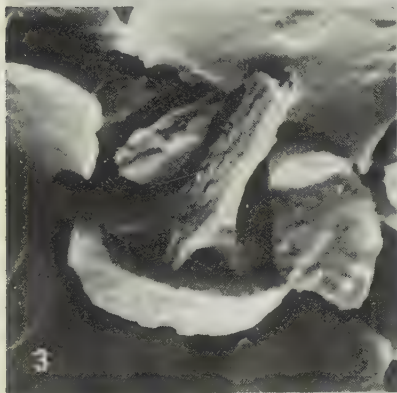
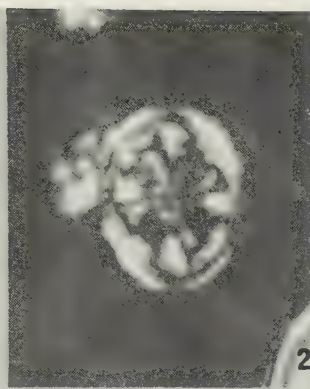
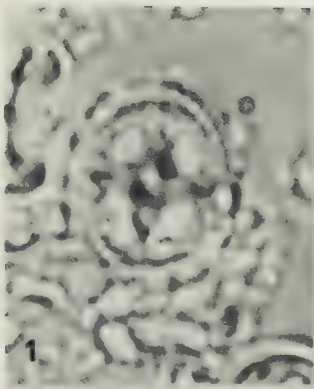
6, n.c., 7, l.n. : embase, HM 522, Campanien supérieur, Bois d'Es-
mans : × 2500.

8, l.n. : individu entier de profil, HM 560, Campanien, Talmont :
× 2000.

13 - 15 . Prediscosphaera columnata (STOVER) BUKRY & BRAMLETTE.

13 : profil, SM 3/34, Albien moyen, Moëslains : × 6000 env.

14, n.c., 15, l.n. : individu entier, HM 1005, même gisement :
× 2500.



1 - 14 . Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY) GARTNER.

1 : profil, SM 11/22, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 7000 env.

2, 1.n., 3, n.c. : profil, HM 910, Campanien supérieur, carrière
Pareil : × 2500.

4, 1.n., 5, n.c. : profil, HM 934, Campanien supérieur, Bellocq :
× 2500.

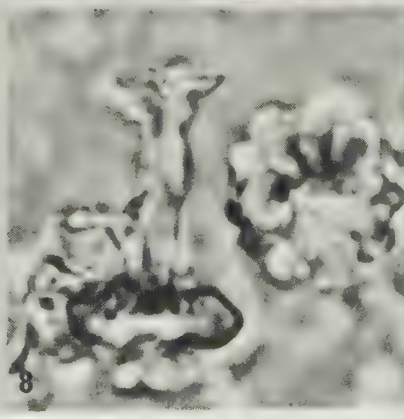
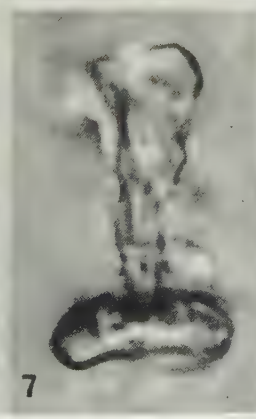
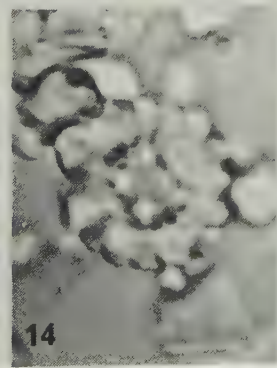
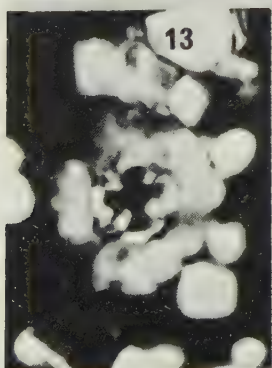
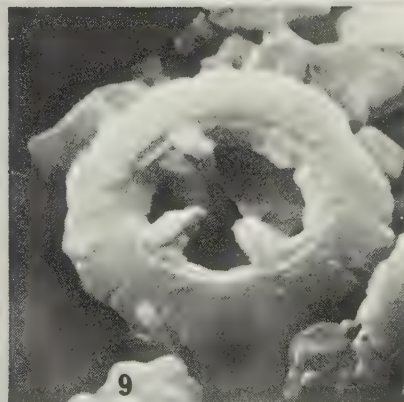
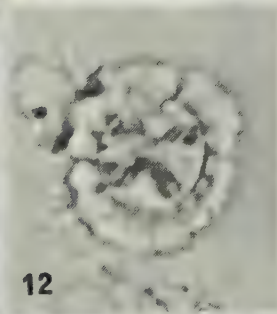
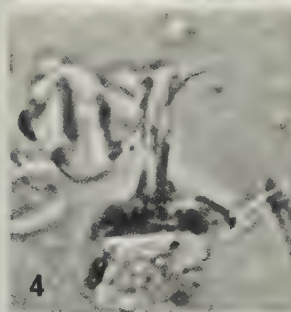
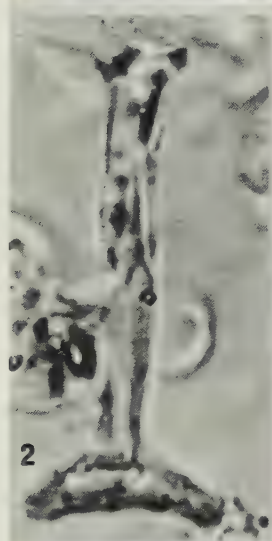
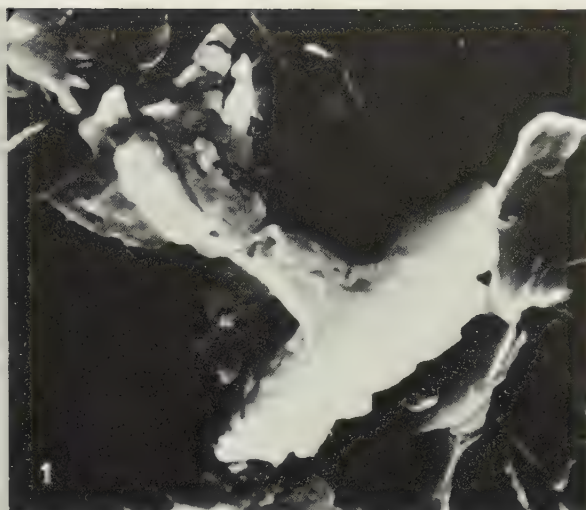
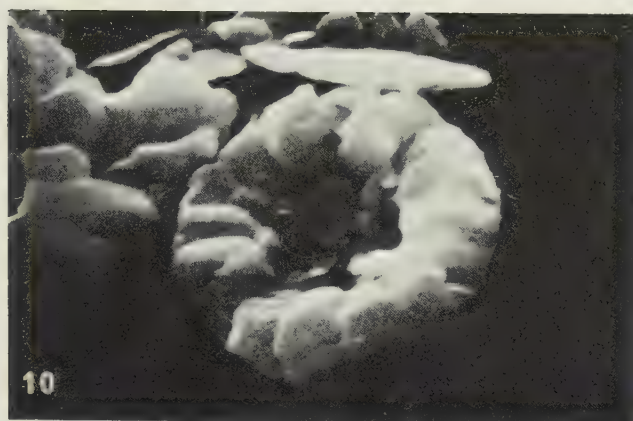
6, n.c., 7, 8, 1.n. : HM 892, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 3000.

9 : embase, face supérieure, SM 8/47, même localité : × 6500 env.

10 : embase, face inférieure, SM 9/11, même localité : × 6500 env.

11, n.c., 12, 1.n. : embase, vue distale, HM 125, Albien supérieur,
Saint-Florentin : × 3000.

13, n.c., 14, 1.n. : embase dont le centre est brisé, HM 210,
Turonien inférieur, Amboise : × 2000.



1 - 3 . Rhabdolithus aquitanicus n. sp.

1 : holotype, face supérieure d'un individu entier, SM 3/52, Albien supérieur, Audignon : × 6500 env.

2, 1.n., 3, n.c. : Paratypes, HM 988, même gisement : × 2000.

4 - 7 . Parhabdolithus asper (STRADNER) nov. comb.

4, 1.n., 5, n.c. : embase, HM C1 2, C 30, Bédoulien, sondage Clermont 2 (B. P.) : × 2000.

6, n.c., 7, 1.n. : embase, HM 122, Bédoulien, Gargas : × 3000.

8 - 9 . Rhomboaster cuspis BRAMLETTE & MARTINI.

8, 1.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq : × 2500.

9, 1.n. : HM 142, même gisement : × 2500.

10 - 13 . Scapholithus fossilis DEFLANDRE.

10, n.c. : HM 1006, Albien supérieur, Moëslains : × 2000.

11, 1.n. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 2000.

12, 1.n. : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 2000.

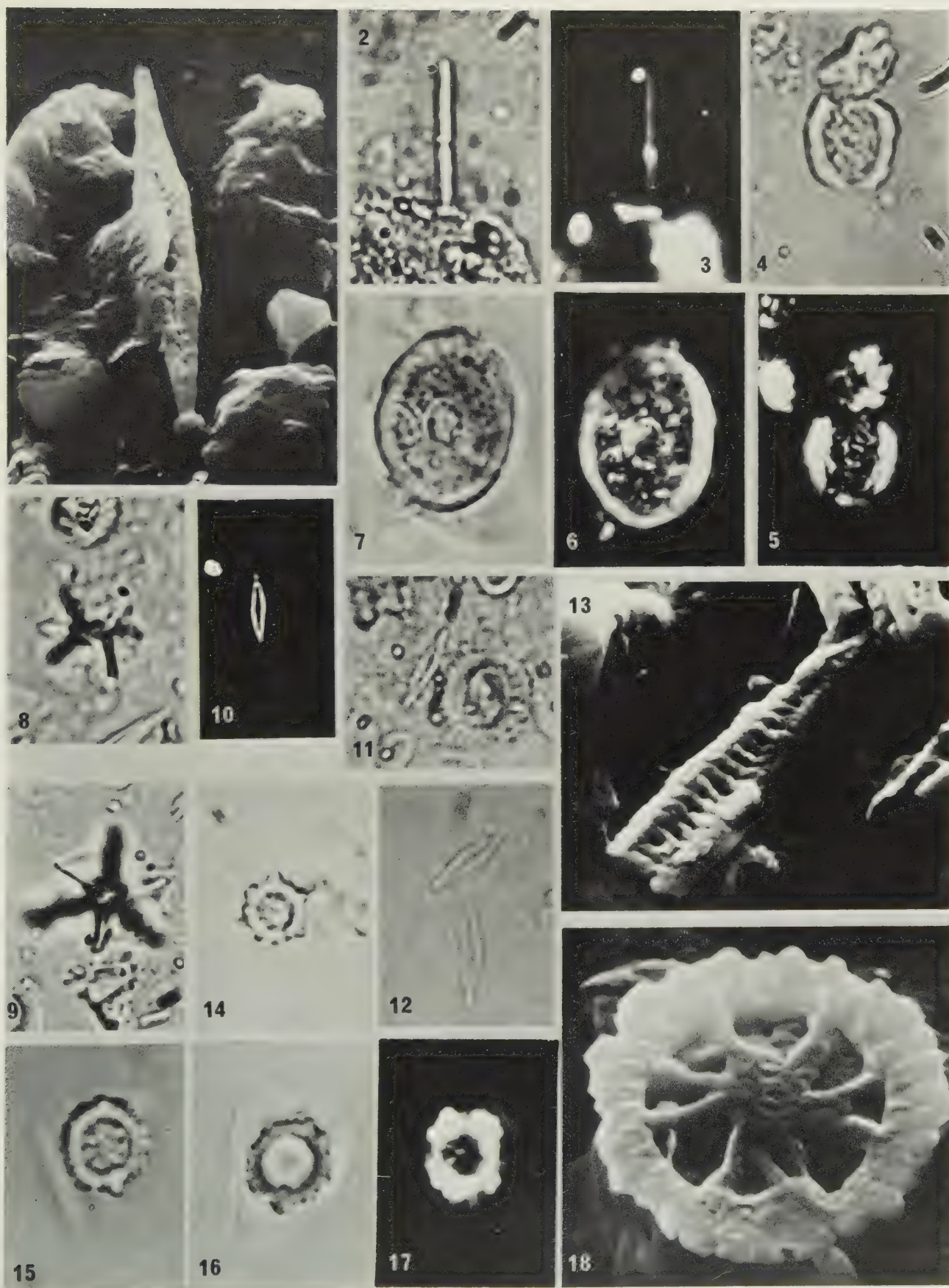
13 : individu brisé, SM 3/30, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 13 500 env.

14 - 18 . Stephanolithion laffittei NOEL.

14, 1.n. : HM 211, Turonien inférieur, Château-du-Loir : × 2000.

15, 16, 1.n., 17, n.c. : mises au point différentes, HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 3000.

18 : face supérieure, SM 6/29, même gisement : × 12.500 env.



1 - 5 . Sollasites horticus (STRADNER, ADAMIKER & MARESCH) ČEPEK & HAY.

1, n.c., 2, l.n. : HM 125, Albien, Saint-Florentin : × 3000.

3, l.n. : HM 1005, Albien, Moëslains : × 2000.

4 : face inférieure, SM 3/8, même gisement : × 7000 env.

5 : face supérieure, SM 3/18, même gisement : × 11.000 env.

6 - 10 . Staurolithites matalosus (STOVER) ČEPEK & HAY.

6, n.c., 7, n.c., 8, l.n. : HM 448, Cénomanien moyen, La Foux :
× 2500.

9, l.n., 10, n.c. : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.

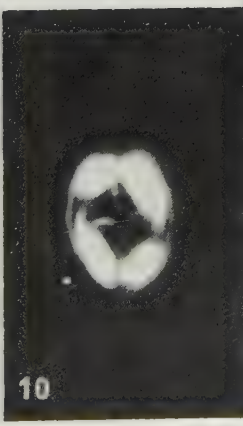
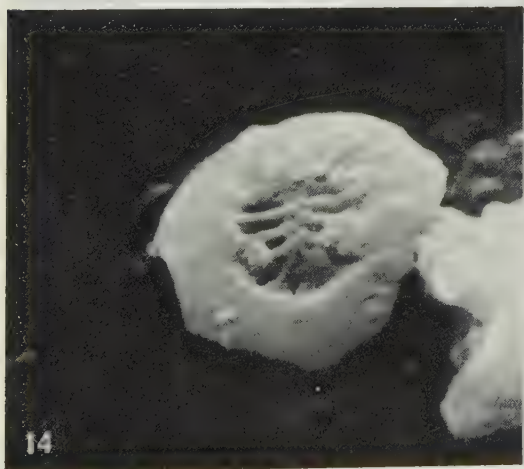
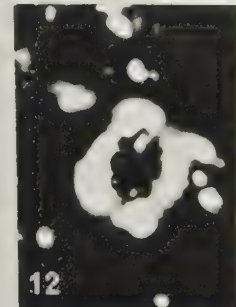
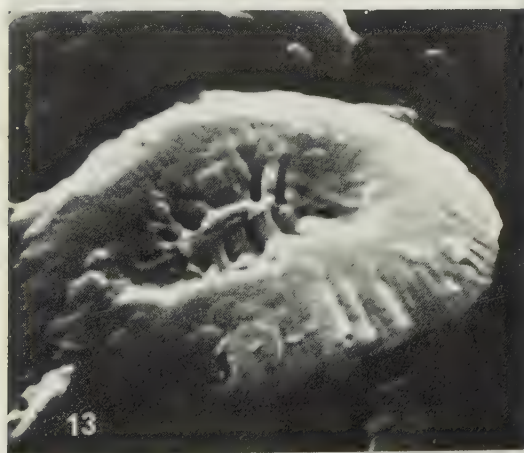
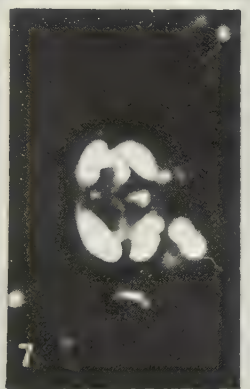
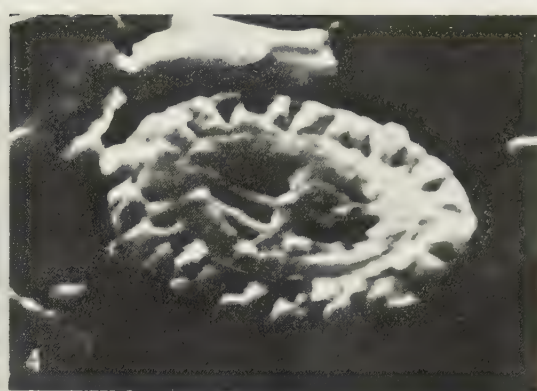
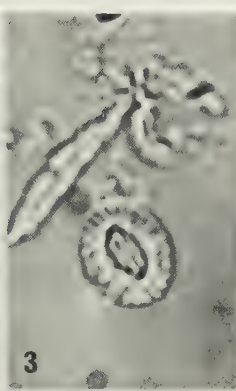
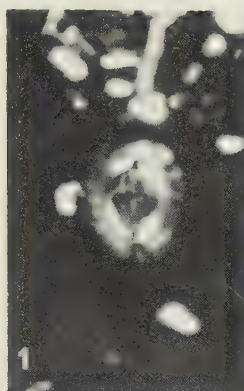
11 - 15 . Watznaueria parvidentata (DEFLANDRE) BUKRY.

11, l.n., 12, n.c. : individu dont le centre est brisé, HM 125,
Albien, Saint-Florentin : × 2000.

13 : face supérieure, SM 6/49, même gisement : × 8500 env.

14 : face supérieure, SM 5/54, même gisement : × 6500 env.

15 : face supérieure, partie centrale brisée, SM 5/22, même gisement :
× 6500 env.



1, 2, 6 - 8 . Tetralithus pyramidus GARDET.

1, n.c., 2, l.n. : HM 910, Campanien supérieur, carrière Pareil :
× 2000.

6, n.c., 7, l.n. : forme trifide, HM 566, Campanien supérieur, Meudon : × 2500.

8, n.c. : HM 510, Santonien, Paron : × 2000.

3 - 5 . Tetralithus obscurus DEFLANDRE.

3, l.n. : HM 934, Campanien supérieur, Bellocq : × 2500.

4, 5, n.c. : HM 563, Campanien supérieur, Meudon : × 2500.

9 - 10 . Tetralithus quadratus STRADNER.

9, n.c., 10, l.n. : HM 142, Maestrichtien supérieur, Estialescq :
× 2000.

11 - 12 . Tetralithus murus MARTINI.

11, n.c., 12, l.n. : HM 926, Maestrichtien supérieur, Bellocq :
× 2000.

13 - 15 . Tetralithus aculeus (STRADNER) GARTNER.

13, l.n. : HM 934, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 2500.

14, l.n., 15, n.c. : HM 158, Campanien supérieur, Orion : × 2000.

16 - 17 . Rucinolithus cf hayi STOVER.

16, n.c., 17, l.n. : HM 525, Santonien supérieur, Reims : × 3000.

18 - 21 . Tetralithus gothicus DEFLANDRE.

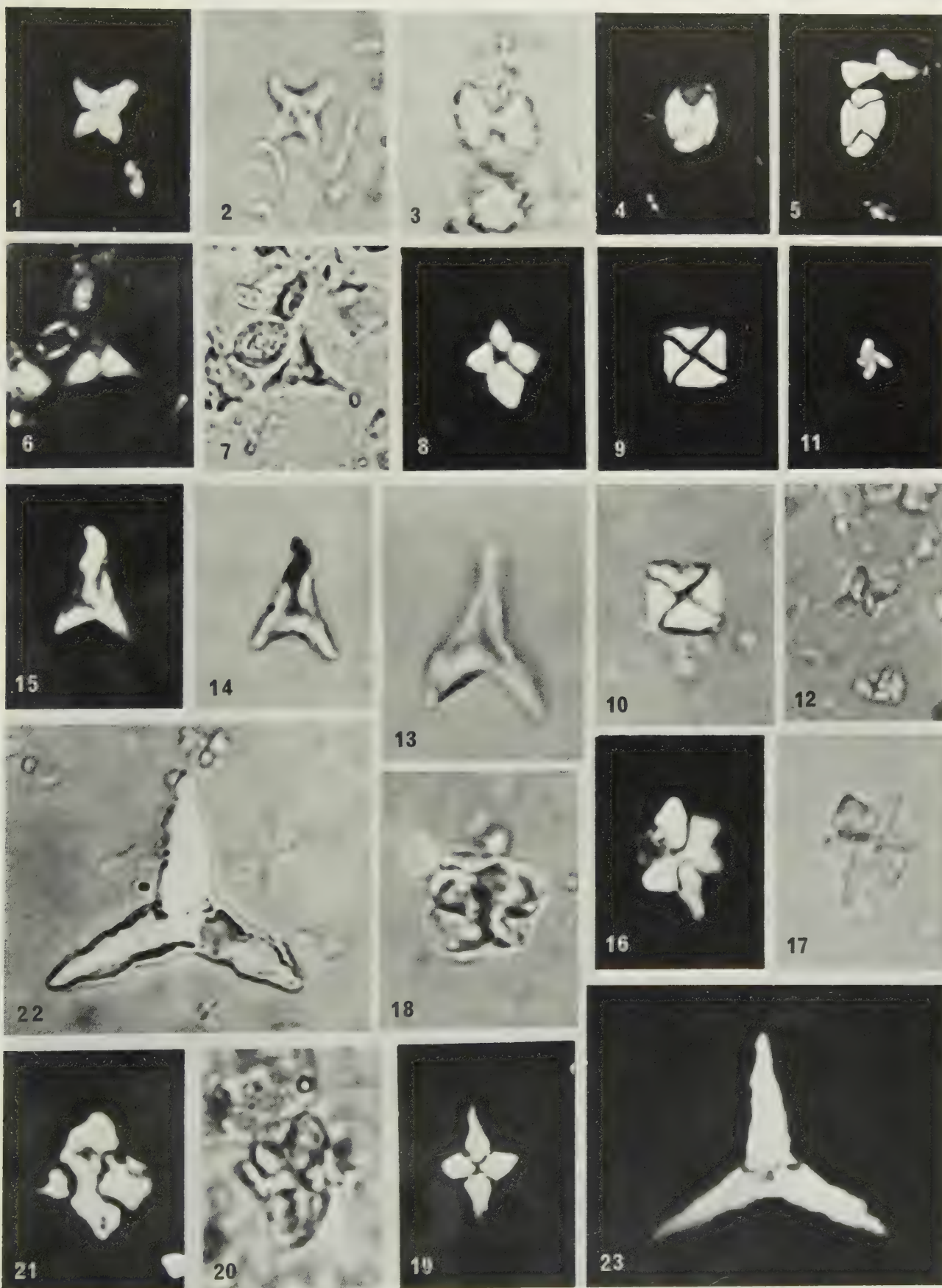
18, l.n. : HM 161, Bédoulien, Sainte-Suzanne : × 2000.

19, n.c. : HM 1003, Albien inférieur, Côte de Moëslains : × 2000.

20, l.n., 21, n.c. : HM 920, Albien inférieur, Loubieng : × 2000.

22 - 23 . Tetralithus nitidus MARTINI.

22, contraste de phase, 23, n.c. : forme trifide, HM 136, Maestrichtien supérieur, Gan : × 2000.



1 - 5 . Markalius circumradiatus (STOVER) PERCH-NIELSEN.

1, 1.n., 4, 1.n., 5, n.c. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 2500.

2, 1.n., 3, n.c. : vue distale, HM 125, même gisement : × 2000.

6, 7 . Reinhardites cf anthophorus (DEFLANDRE).

6, 1.n., 7, n.c. : profil avec sa hampe caractéristique, HM 910, Campanien supérieur, carrière Pareil : × 3000.

8, 9 . Zygodiscus?pseudanthophorus BRAMLETTE et MARTINI.

8, n.c., 9, 1.n. : embase, HM 909, Maestrichtien supérieur, Nay : × 3000.

10 - 12, 18 . Tranolithus exiguus STOVER.

10, 1.n. : HM 506, Coniacien inférieur, Ault : × 2000.

11, 1.n., 12, n.c. : HM 213, Turonien moyen, Ponce-sur-Loir : × 2000.

18 : face inférieure, observée de trois quart, SM 9/19, Turonien supérieur Cap Blanc-Nez : × 7500 env.

13 - 17 . Tranolithus orionatus REINHARDT.

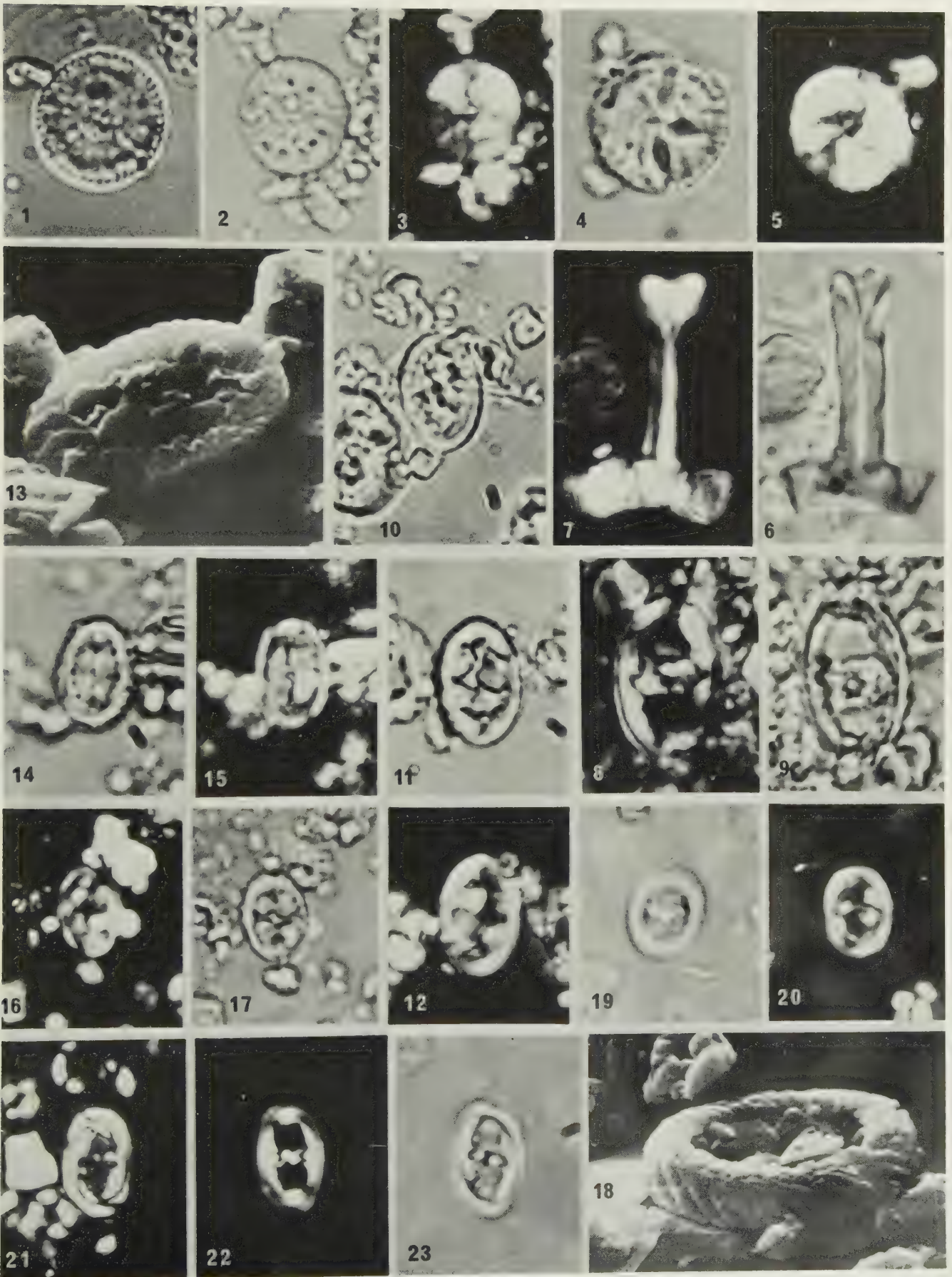
13 : face distale, SM 9/4, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 7000 env.

14, 1.n., 15, n.c., 16, n.c., 17, 1.n. : HM 213, Turonien moyen, Ponce-sur-Loir : × 2000.

19 - 23 . Zygodiscus sigmoides BRAMLETTE & SULLIVAN.

19, 1.n., 20, 21, n.c. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2000.

22, n.c., 23, 1.n. : HM 134, Danien, Gan : × 2000.



1 - 5, 12, 13 . Staurolithites bohotnicae (GORKA) REINHARDT.

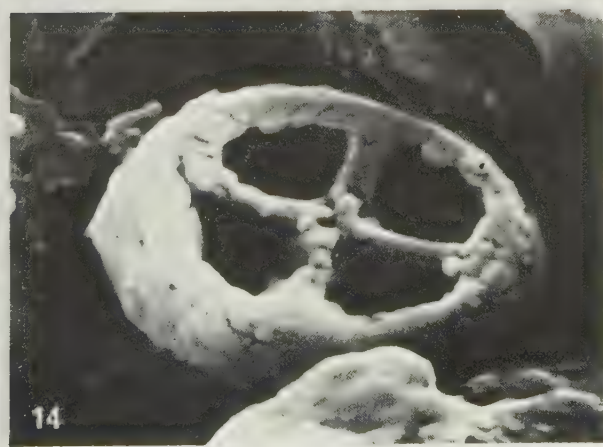
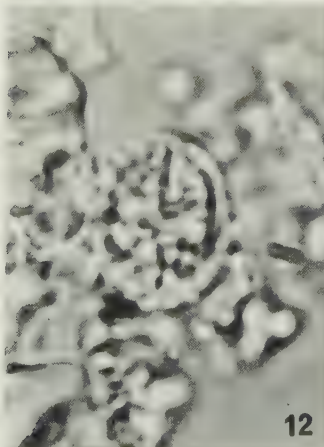
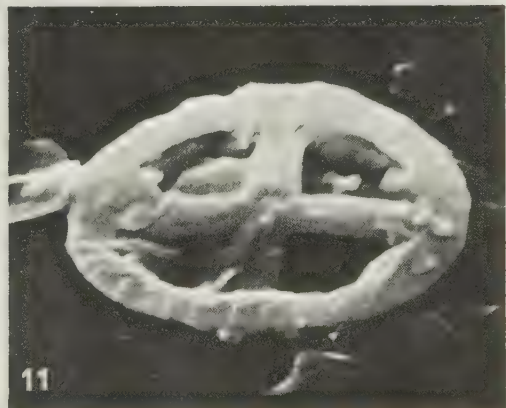
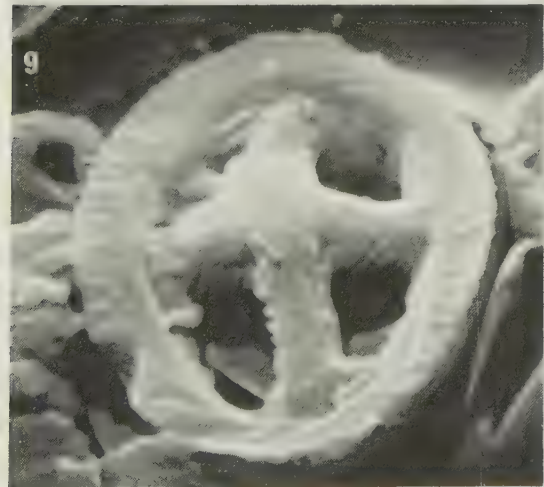
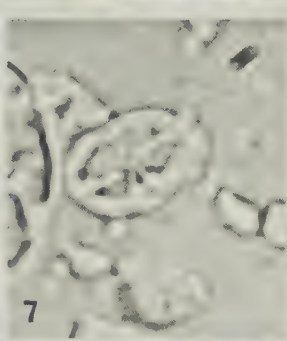
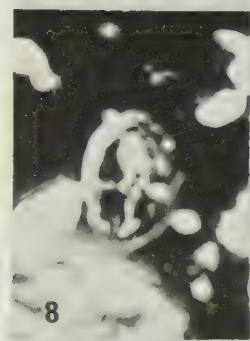
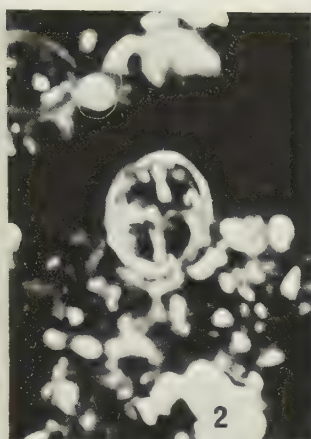
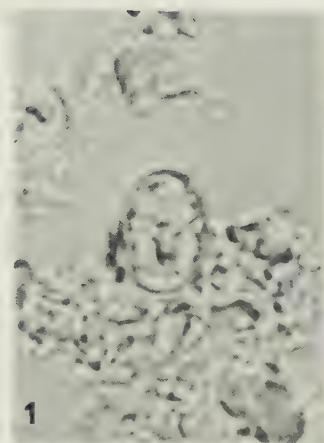
- 1, l.n., 2, n.c. : HM 564, Campanien supérieur, Meudon : × 2500.
3, l.n., 4, n.c. : HM 934, Campanien supérieur, Bellocq : × 2500.
5 : face proximale, SM 6/45, Campanien supérieur, Bois d'Esmans :
× 4000 env.
12, l.n., 13, n.c. : HM 225, Campanien supérieur, Sainte-l'Heurine :
× 2000.

6 - 8, 10, 11, 14 . Staurolithites crux (DEFLANDRE) CARATINI.

- 6, n.c., 10, l.n. : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.
7, l.n., 8, n.c. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 2500.
11 : face proximale, SM 7/15, Albien supérieur, même gisement :
× 10.500 env.
14 : face proximale, SM 1/15, Campanien supérieur, Bois d'Esmans :
× 9500 env.

9 . Staurolithites cf dentatus (BUKRY) nov. comb.

- Face distale, SM 11/13, Campanien supérieur, Ruisseau de l'Espérance :
× 12.500 env.



1 - 4, 8, 9, 12, 13 . Watznaueria barnesae (BLACK) BUKRY.

1, n.c., 2; 1.n. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 3000.

3, 1.n., 4, n.c. : HM 521, Campanien supérieur, Bois d'Esmans :
× 3000.

8 : face supérieure, SM 1/26, même gisement : × 9500 env.

9 : face inférieure, SM 1/36, même gisement : × 7000 env.

12 : face inférieure, SM 9/46, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 10.000.

13 : face supérieure, SM 9/7, même gisement : × 6500 env.

5 - 7 . Coccosphère.

Coccosphères observées avec des mises au point différentes :

5 : HM 506, Coniacien, Ault : × 2000.

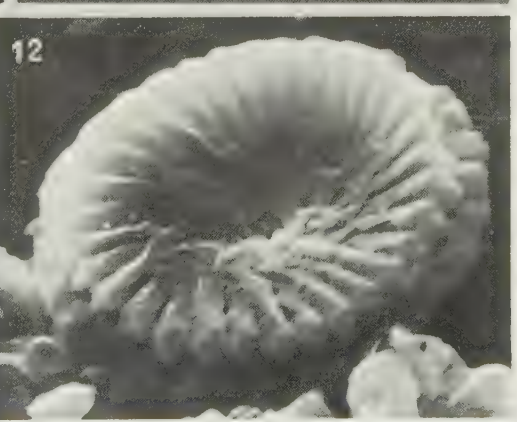
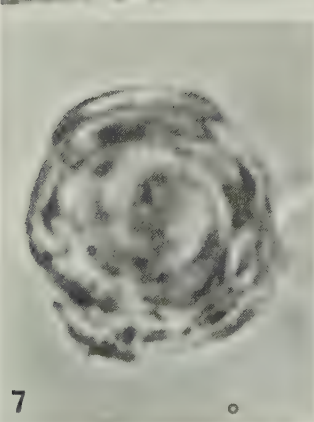
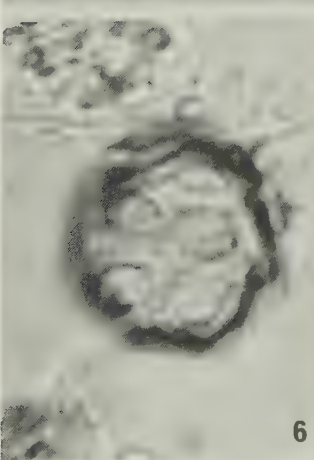
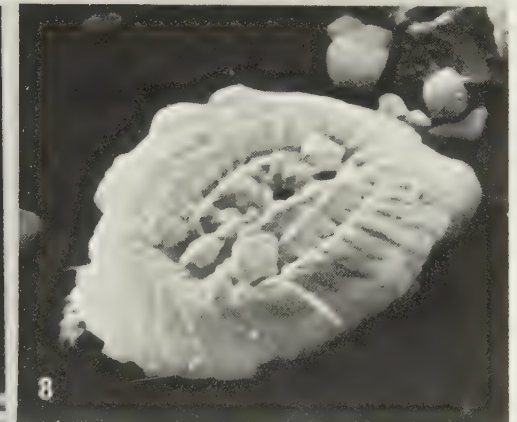
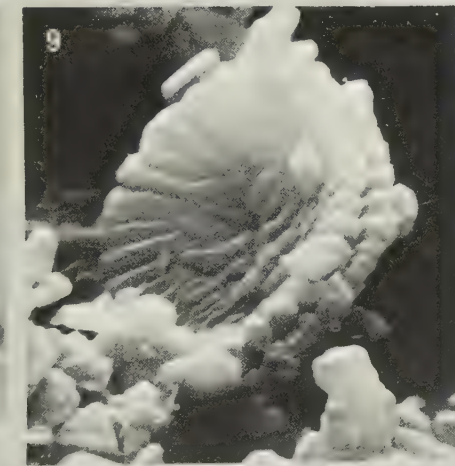
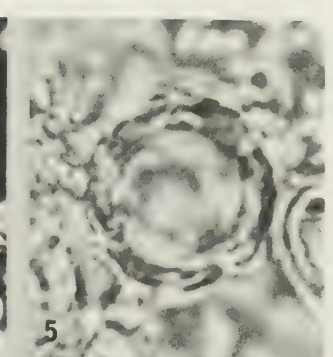
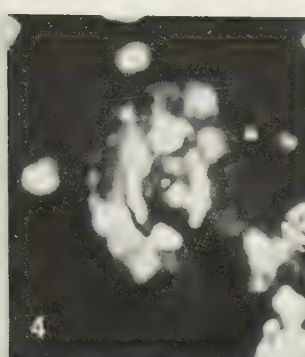
6 : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin : × 3000.

7 : HM 897, Albien supérieur, Wissant : × 3000.

10 - 11 . Watznaueria prolongata BUKRY.

10 : vue distale, SM 9/50, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez :
× 6500 env.

11 : vue proximale, SM 9/20, même gisement : × 10.500 env.



1 - 3, 5 - 8 . Zygodiscus erectus (DEFLANDRE) nov. comb.

1, 1.n., 2, n.c. : HM 896, Albien supérieur, Wissant : × 2000.

3, contraste de phase : HM 988, Albien supérieur, Audignon :
× 2000.

5 : face inférieure, SM 1/52, Albien moyen , Moëslains :
× 15.000 env.

6, 1.n., 7, n.c. : HM 125, Albien supérieur, Saint-Florentin :
× 3000.

8 : face supérieure, SM 8/51, Albien supérieur, Wissant : × 8500 env.

4, 15, 16 . Zygodiscus bussoni (NOEL) nov. comb.

4 : face supérieure, SM 9/46, Albien moyen, Moëslains : × 10.000 env.

15, 1.n. : HM 121, Gargasien, Gargas : × 2500.

16, 1.n. : HM 1005, Albien moyen, Moëslains : × 2000.

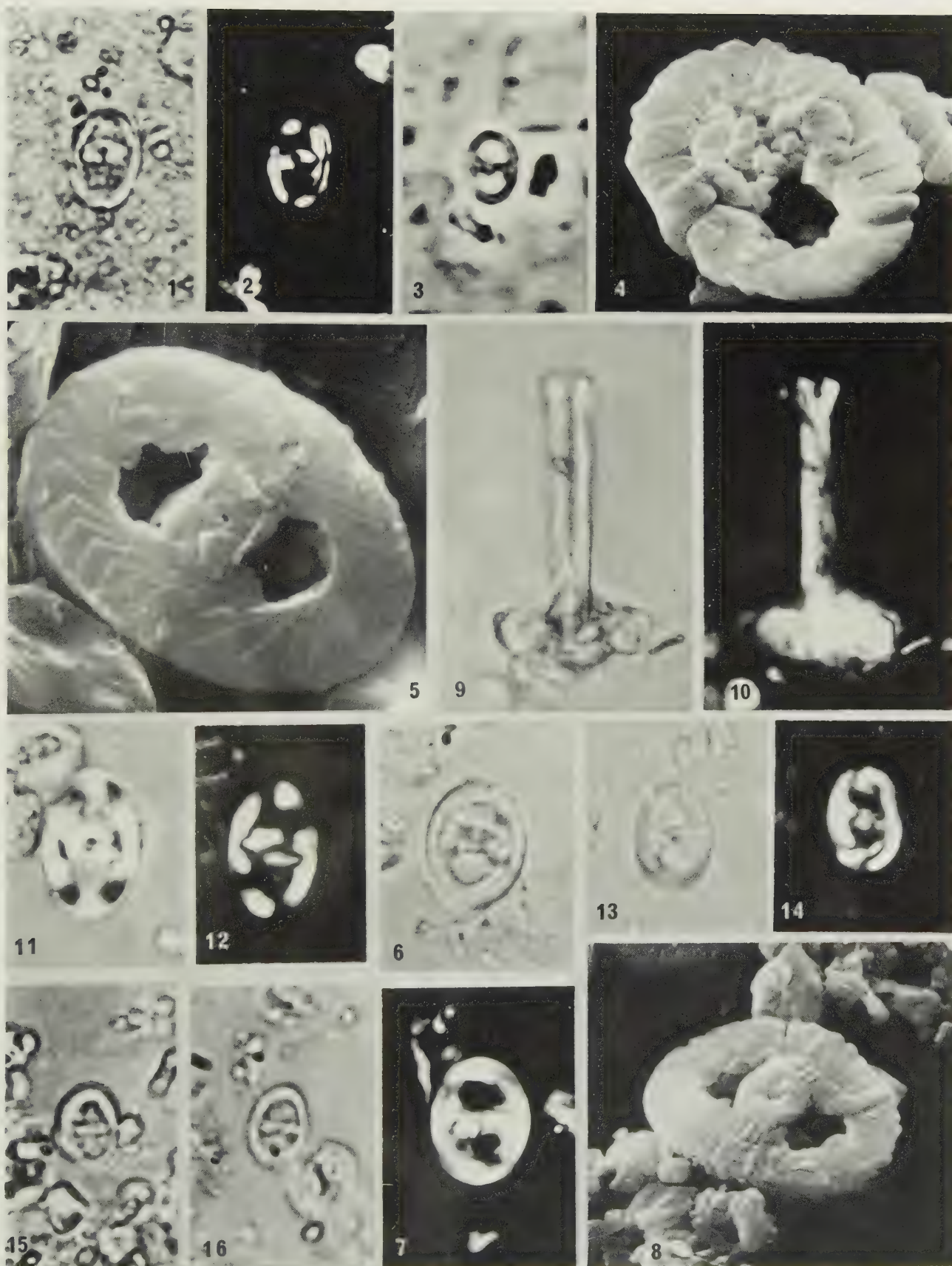
9 - 12 . Zygodiscus ? pseudanthophorus BRAMLETTE & MARTINI.

9, 1.n., 10, n.c. : profil avec sa hampe caractéristique, HM 909,
Maestrichtien supérieur, Nay : × 3000.

11, 1.n., 12, n.c. : embase, HM 934, Maestrichtien supérieur,
Bellocq : × 2000.

13 - 14 . Zygodiscus spiralis BRAMLETTE & MARTINI.

13, 1.n., 14, n.c. : HM 566, Maestrichtien supérieur, Maestricht
(Hollande) : × 3000.



1 - 4 . Pithonella sphaerica (KAUFMANN).

1, l.n. : individu, HM 209, Turonien inférieur, Fretevou : × 2000.

2, l.n., 3, n.c. : HM 209, même gisement : × 2000.

4, coupe optique : HM 506, Coniacien inférieur, Ault : × 2000.

5 . Thoracosphaera sp.

l.n. : fragment de Thoracosphaera. : HM 896, Albien supérieur,
Wissant : × 2000.

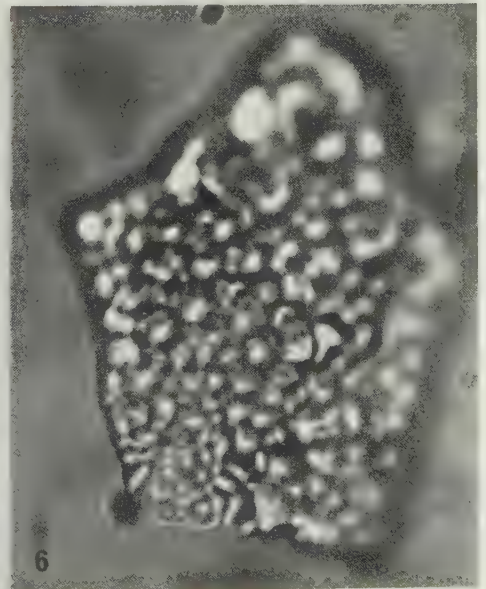
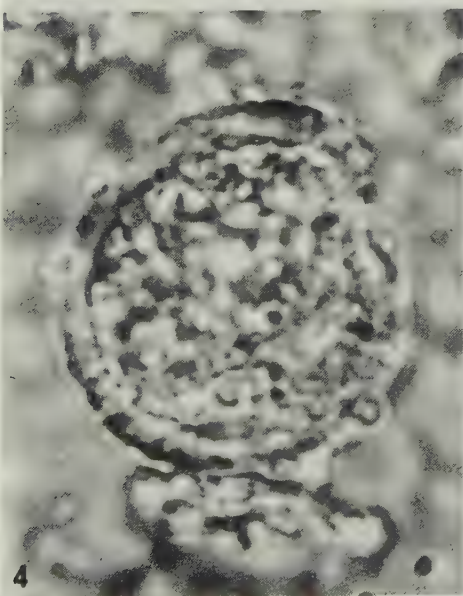
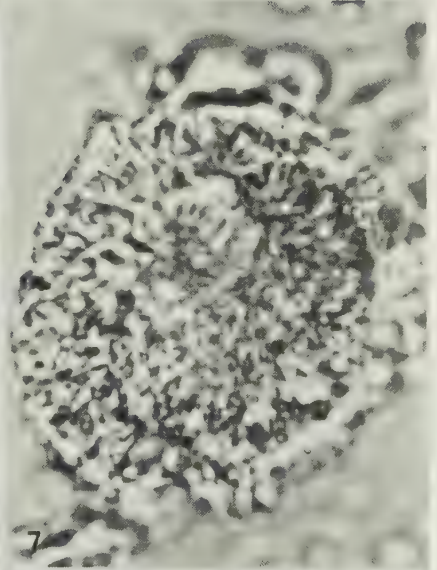
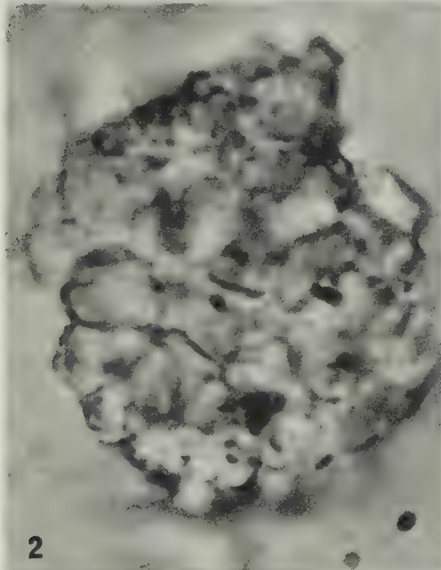
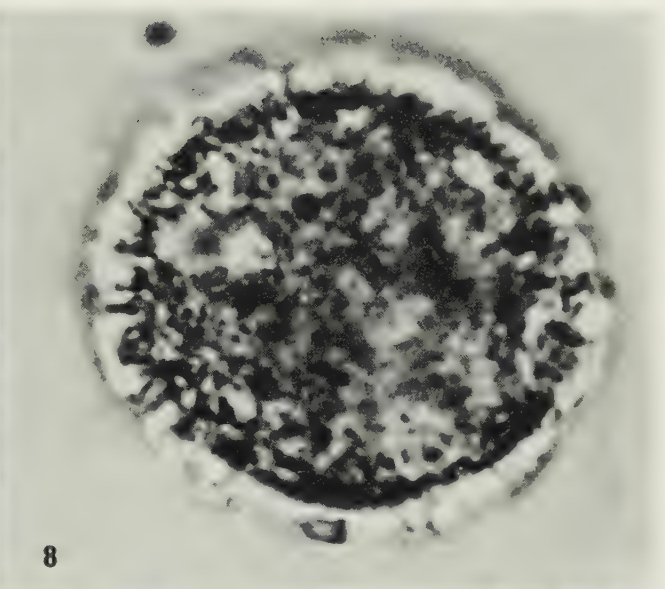
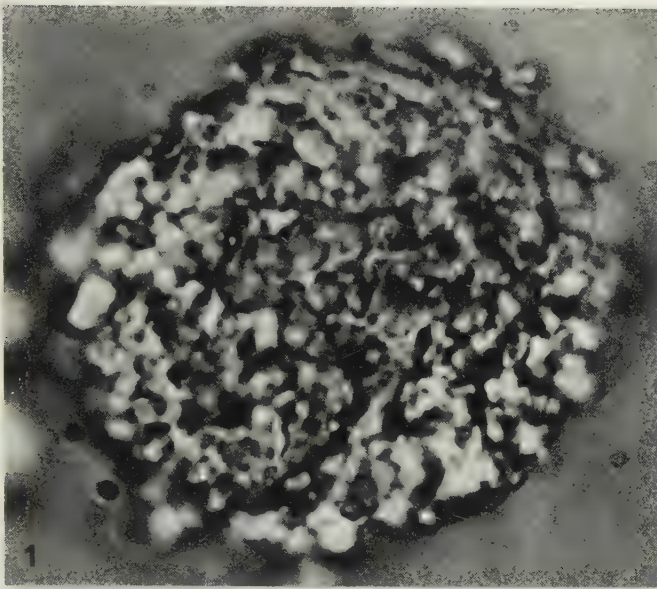
6 - 7 . Thoracosphaera deflandrei KAMPTNER.

6, l.n. : HM 122, Bédoulien, Gargas : × 1600.

7, l.n. : HM 921, Danien, Bellocq : × 2000.

8. Thoracosphaera operculata BRAMLETTE & MARTINI.

l.n. : individu avec ouverture buccale à gauche, HM 134, Danien,
Gan : × 2000.



1 - 2 . Pithonella ovalis (KAUFMANN).

1, 1.n. : coupe optique longitudinale, 2, 1.n. : surface du test et ouverture visibles, HM 209, Turonien inférieur, Fretevou :
× 2000.

3 - 4 . Nannoconus globulus BRÖNNIMANN.

3, 4, 1.n. : coupe optique, HM Cl 2, Bédoulien, sondage Clermont 2 :
× 2000.

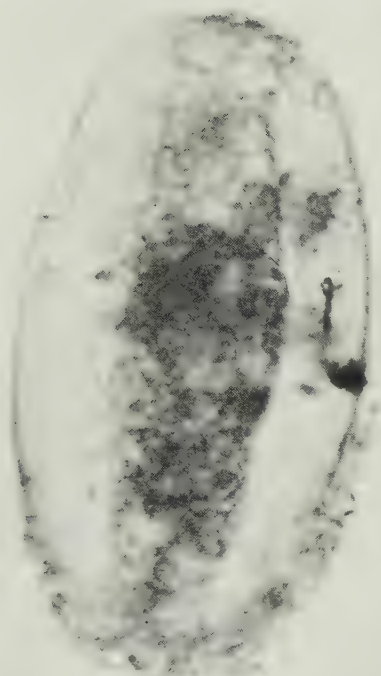
5 - 9 . Nannoconus wassali BRÖNNIMANN.

5, 6, 1.n. : HM Cd 201, Bédoulien, sondage Clèdes 201 : × 2000.

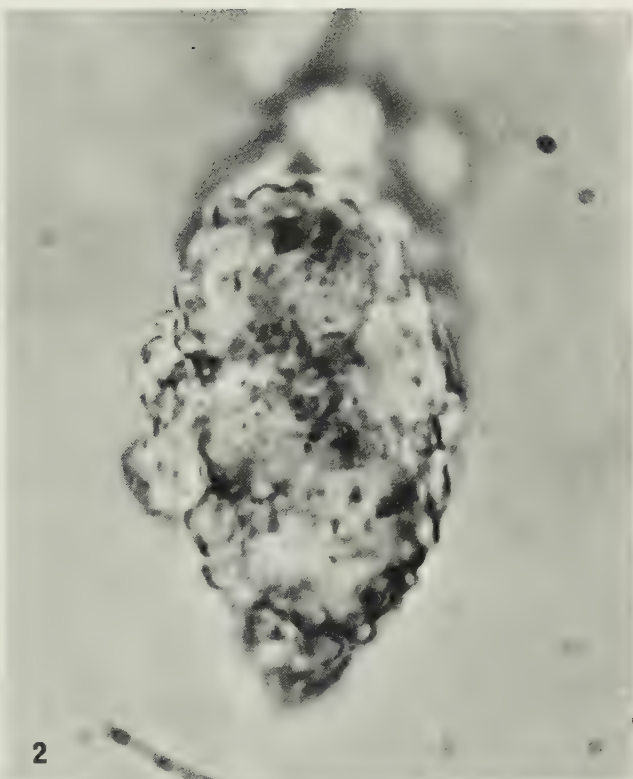
7, 1.n. : HM Cl 2, Bédoulien, sondage Clermont 2 : × 2000.

8, 1.n. : HM Nay 101, Bédoulien, sondage Nay 101 : × 2000.

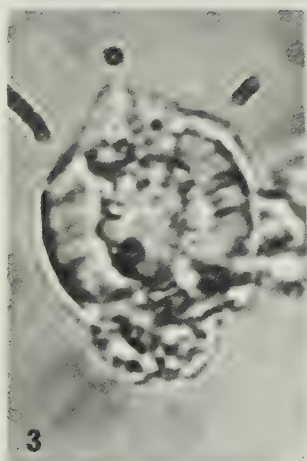
9 : profil de Nannoconus, SM 8/7, Gargasien, Gargas : × 6500 env.



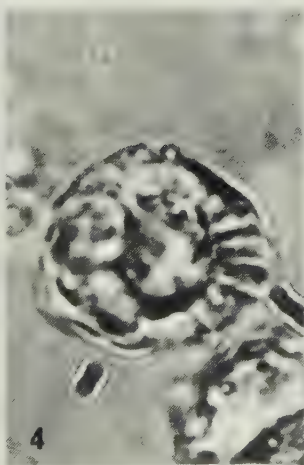
1



2



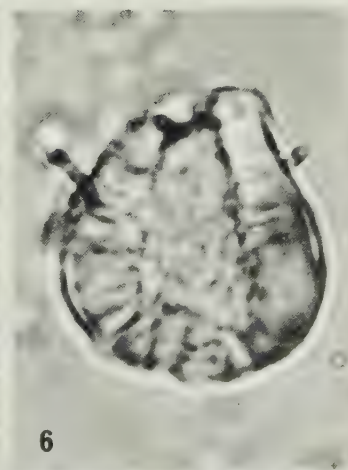
3



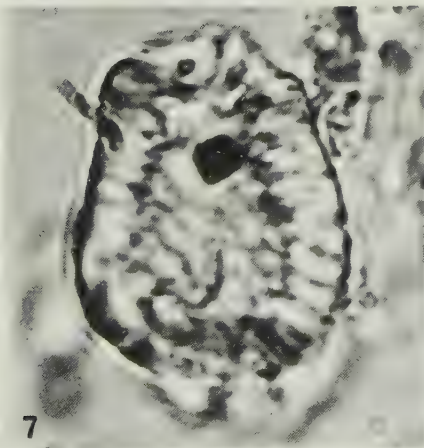
4



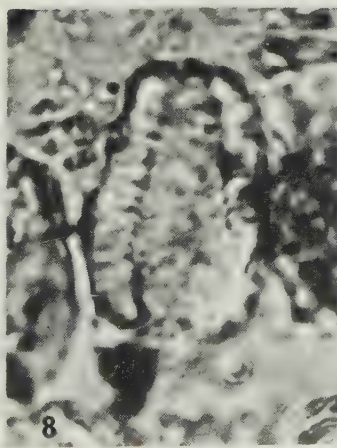
5



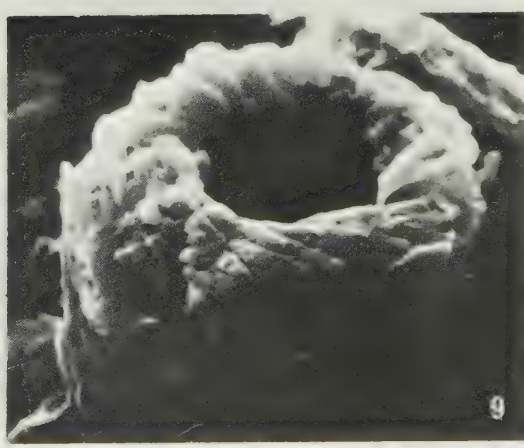
6



7

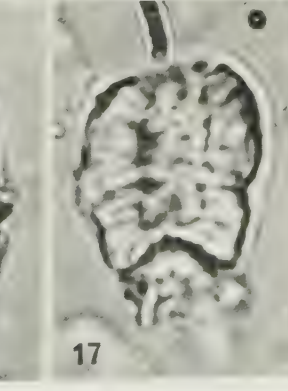
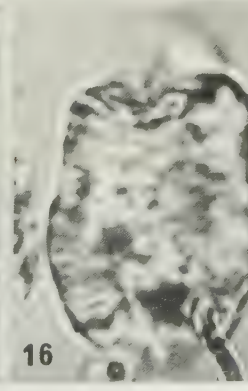
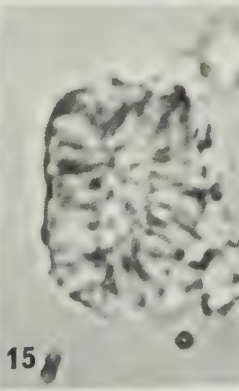
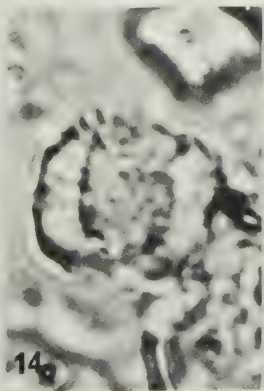
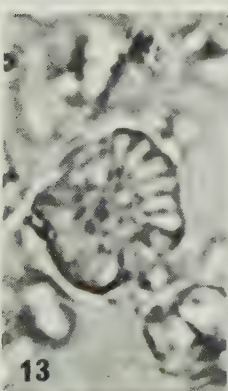
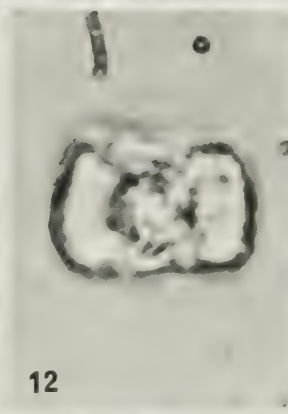
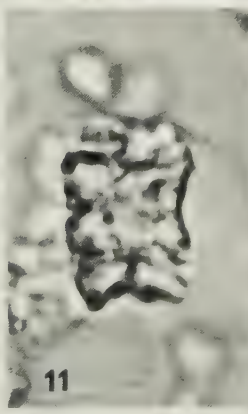
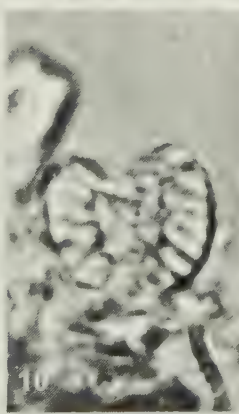
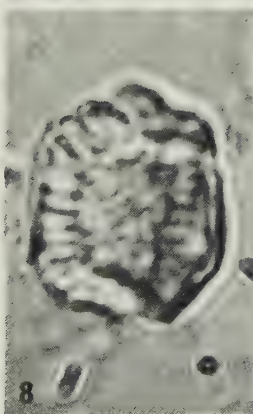
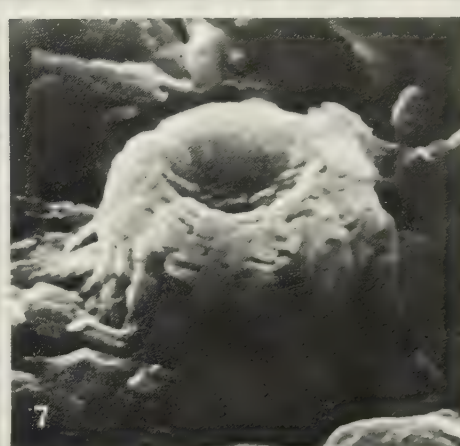
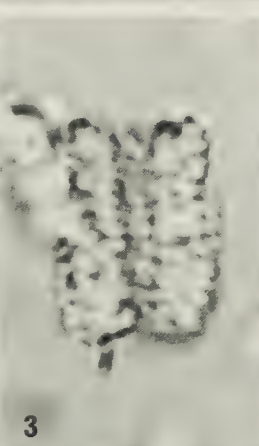
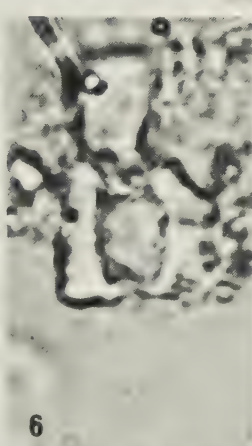


8



9

1. Nannoconus incliné, laissant apparaître les éléments cunéiformes imbriqués : SM 6/15, Gargasien, Gargas : × 6000 env.
2. Nannoconus elongatus var. cylindrus DEFLANDRE.
1.n. : HM 969, Cévennesien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 2000.
- 3, 5, 15. Nannoconus elongatus BRÖNNIMANN.
3, 1.n. : HM 241, Turonien inférieur, Château-du-Loir : × 2000.
5, 1.n. : HM 991, Turonien supérieur, Cap Blanc-Nez : × 2000.
15, 1.n. : HM Nay 101, Sédoulilien, sondage Nay 101 : × 2000.
4. Nannoconus multicaudus DEFLANDRE.
1.n. : HM 109, Turonien inférieur, Fretevou : × 2000.
7. Nannoconus debout, SM 6/17, Gargasien, Gargas : × 7000 env.
- 6, 8, 10, 12 - 14. Nannoconus crinitus BRÖNNIMANN.
6, 14, 1.n. : HM Cl 2, Sédoulilien, sondage Clermont 2 : × 3000.
8, 10, 12, 1.n. : HM Cd 201, Sédoulilien, sondage Clèdes 201 : × 2000.
13, 1.n. : HM Nay 101, Sédoulilien, sondage Nay 101 : × 2000.
9. Nannoconus minus BRÖNNIMANN.
1.n. : HM Cl 2, Sédoulilien, sondage Clermont 2 : × 2000.
- 11, 17. Nannoconus cf. carpiolensis DEFLANDRE.
11, 1.n. : HM 101, Sédoulilien, Sainte-Suranne : × 2000.
17, 1.n. : HM Cl 2, Sédoulilien, sondage Clermont 2 : × 2000.
16. Nannoconus cf. calpidemorphus DEFLANDRE.
1.n. : HM 121, Sédoulilien, Gargas : × 2000.



Imprimé par Monsieur HAYET à l'Institut de Géologie de la
Faculté des Sciences d'Orsay
pour la Typographie et par l'Imprimerie Louis Jean à GAP,
pour les Planches hors texte

Dépôt légal : 4ème trimestre 1971

